FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS GRATING EN LA EMPRESA MECÁNICA INDUSTRIAL MANUEL, LOS OLIVOS, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

VARGAS TIMOTEO, CHARLES ALFREDO

ASESOR:

MGTR. EGUSQUIZA RODRÍGUEZ, MARGARITA JESÚS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Charles Vargas Timoteo

cuyo título es:

Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los olivos, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: ....13....(número) ....trece.... (letras).

Los Olivos, 18 de diciembre del 2018

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

El siguiente proyecto de investigación está dedicado a mi familia y a las personas que confiaron en mí en cada instante de la preparación universitaria, apoyándome de forma incondicional, con el único fin de culminar de forma satisfactoria mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por sus bendiciones dadas en mi vida, por brindarme fuerza y salud día a día como solo él sabe dar. A mi familia que es fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi existencia y más aún en los años más difíciles de carrera profesional, en especial quiero expresar mi más grande agradecimiento a mi madre Rosana que sin su ayuda no hubiera sido posible terminar mi profesión. Asimismo, agradezco de todo corazón la comprensión y el tiempo de mi hija Zaira y mi pareja Katherine, dado que, sacrificaron mucho tiempo de diversión por apoyarme en alcanzar mis metas. Muchas Gracias.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Charles Alfredo Vargas Timoteo con DNI Nº 46505020, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, octubre del 2018

Charles Alfredo Vargas Timoteo

DNI: 46505020

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado

En cumplimiento con el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con las exigencias de aprobación para alcanzar el título profesional de ingeniero industrial.

El autor

Índice

Índice de tablas

Índice de figuras

Índice de anexos

Resumen

La presente investigación titulada “Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating, realizado en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Lima, 2018”, tiene como objetivo general, el determinar cómo la aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating, realizada en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Lima, 2018

El diseño de la investigación es pre-experimental de tipo aplicada, debido a que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población de estudio estuvo conformada por los meses de mayo y junio del 2018 (pre-test) y de setiembre a octubre del 2018 (post-test), teniendo 51 días laborables en ambos meses; Entre los meses de julio y agosto del 2018, se realizó la implementación de la propuesta, sin embargo, se obtuvo datos del área de producción de los meses de mayo 2018 hasta octubre 2018, analizados antes y después de la implementación de la metodología 5´S. La muestra es seleccionada por conveniencia igual a la población. La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación, y los instrumentos utilizados fueron los siguientes formatos: hojas de verificación de Toma de Tiempos, formato de cálculo del Número de Muestras, medición del Tiempo Estándar, ficha de registro del Diagrama de Actividades del Proceso, ficha de Control de Producción y la ficha de estimación de Eficiencia, Eficacia y Productividad, así como el cronómetro. En los análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 24, de manera descriptiva e inferencial.

Según los datos ingresados al SPSS V. 24, se obtuvo como resultado que la significancia es igual a 0.00 en los análisis realizados a los indicadores de productividad, eficiencia y eficacia antes y después de la implementación, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador al ser menor a 0.05. Además, gracias al análisis descriptivo realizado en el Microsoft Excel la productividad incremento de 41.92% a 93.22%, con respecto a lo que es la eficiencia de 62.88% a 93.22% y en la eficacia de 66.67% a 100.00%.

Palabras Claves: Metodología 5´S, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

Abstract

The present investigation titled "Application of the study of the work to increase the productivity in the line of production of grating floors, realized in the company Mechanical Industrial Manuel, Lima, 2018", has like general objective, the determine how the application of the study of the work to increase productivity in the grating floor production line, carried out in the company Manuel Industrial Lima, 2018

The design of the research is pre-experimental of applied type, because it seeks to confront the theoretical part with reality. The study population consisted of the months of May and June of 2018 (pre-test) and September to October of 2018 (post-test), having 51 working days in both months; Between the months of July and August of 2018, the implementation of the proposal was made, however, data was obtained from the production area from May 2018 to October 2018, analyzed before and after the implementation of the methodology 5' S. The sample is selected for convenience equal to the population. The technique used for data collection was observation, and the instruments used were the following formats: Timestamp verification sheets, Number of Samples calculation format, Standard Time measurement, record of the Activity Diagram of the Process, Production Control record and the estimate sheet of Efficiency, Efficiency and Productivity, as well as the chronometer. In the data analysis, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 24 were used in a descriptive and inferential manner.

According to the data entered into the SPSS V. 24, it was obtained that the significance is equal to 0.00 in the analyzes performed on the indicators of productivity, efficiency and effectiveness before and after the implementation, therefore, the null hypothesis is rejected and the hypothesis of the researcher is accepted to be less than 0.05. In addition, thanks to the descriptive analysis conducted in the Microsoft Excel productivity increased from 41.92% to 93.22%, with respect to what is the efficiency of 62.88% to 93.22% and efficiency of 66.67% to 100.00%.

Key Words: 5'S Methodology, Productivity, Efficiency, Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Realidad problemática mundial

En la actualidad, las organizaciones enfrentan entornos cambiantes y más competitivos debido al desarrollo permanente de nuevas tecnologías, nuevos productos, procesos y métodos de producción más eficientes. Esto no solo depende de las técnicas en los procesos productivos, si no del proceso de mejora continua que beneficia notablemente a las organizaciones.

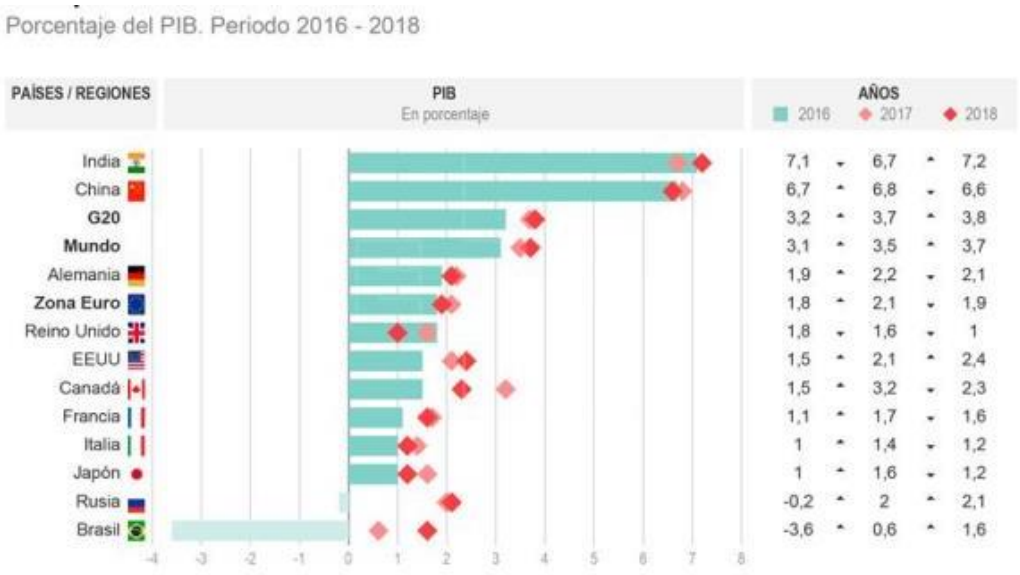
Además, a nivel mundial, se ha demostrado que existe una desaceleración en las industrias del sector metal mecánico, con respecto a los años anteriores, la economía ha bajado, luego de haber enfrentado un crecimiento por dos años consecutivos. Esta desaceleración conlleva a una menor inversión de dinero, mano de obra y principalmente en técnicas y procedimientos de trabajo, cuyo objetivo es optimizar la productividad.

Existen enormes brechas entre países desarrollados y en vías de desarrollo. Los primeros cuentan con maquinaria de alta tecnología y personal calificado para enfrentar los trabajos diarios. Y los segundos se ven con la desventaja de poseer mano de obra no especializada y de maquinaria con baja tecnología para realizar sus labores cotidianas.

Asimismo, la OCDE constituye un crecimiento del PBI mundial en el año 2017 de 1,5%, por lo contrario, el panorama es desalentador en el 2018 debido a que se tiene proyectado una disminución de 1,3% anual. El entorno económico mundial influye directamente en los ingresos financieros de las organizaciones.

En la figura 1, se muestra, el crecimiento mundial del año 2017 con respecto al periodo anterior, sin embargo, muestra la desaceleración en el 2018. Según la imagen facilitada por la OCDE, en la cual indica, que la proyección conlleva a no poder invertir en nuevas tecnologías ni en automatizar procesos industriales, a su vez se va a tener menor implementación en técnicas y procedimientos de trabajo que ayuden a mejorar la calidad de los productos y en incrementar la productividad organizacional.

Figura N° 1: Crecimiento del PBI mundial actual



Fuente: OCDE

1.1.2 Realidad problemática nacional

En América latina, es muy importante tener la capacidad de respuesta y estar preparados, con las herramientas necesarias para afrontar el crecimiento que nos espera a futuro. Según lo indicado por la OCDE se espera un crecimiento de 1,6% en el año 2018 con respecto al año anterior. Este crecimiento obliga a las organizaciones a estar dispuestas y contar con las herramientas, técnicas y procedimientos para la mejora continua en los procesos productivos, necesarios para lograr de forma satisfactoria culminar los trabajos propuestos de la manera más óptima y con la satisfacción de los clientes.

En el Perú, el sector metal mecánico, ha visto un crecimiento constante en el último periodo por las continuas mejoras en la política exterior, debido a ello, las compañías dedicadas a este entorno, se han visto en la necesidad de ejecutar la implementación de técnicas, procedimientos, y formas de trabajo renovados, al mismo tiempo con la tecnología que ha ingresado al país (nueva maquinaria computarizada para reducción de tiempos de proceso).

En ese sentido las técnicas y procedimientos de trabajo, que en su gran mayoría son empíricos, quiere decir que se han ido adquiriendo con el tiempo, han quedado obsoletas y es de suma importancia, reestructurar las técnicas y procedimientos de trabajo, que favorezcan a tener una mejora continua, en las actividades diarias y de esta manera conseguir reducir los tiempos muertos en los procesos de las empresas.

A nivel nacional, según la imagen, se refleja el crecimiento de la producción manufacturera de productos metálicos en lo que va del 2018.

Figura N° 2: PBI de la producción manufacturera de productos metálicos

Fuente: OCDE

En el Perú, las grandes y medianas industrias, para volverse más competitivas y eficientes frente a la competencia nacional y a los productos importados han preferido, en algunos casos por la formación técnica, alianzas estratégicas con los ejes productivos del gobierno, la adquisición de nuevas tecnologías y equipos modernos para sus procesos de fabricación,

además de, realizar una planificación organizacional. No obstante, en otros casos emplean el estudio de procesos, tiempos y movimientos, que les permite volverse más eficientes y competitivas con respecto a un mercado cambiante y exigente.

1.1.3 Realidad problemática local

Para una empresa dedicada al rubro metal mecánico, es muy importante lograr la satisfacción de cliente, ello, con lleva a la entrega de un buen producto y en un tiempo adecuado. Por ello en lo posible, se trata de lograr cumplir con las metas encaminadas entre la organización y los trabajadores, de esta forma mostrar, la buena fe de la empresa, hacia la mejora continua de sus procesos y productos. Debido a ello y a la existencia de la competencia en la fabricación de pisos grating, es de gran importancia desarrollar una mejora adecuada y acorde a la actualidad. De esta manera lograr sobresalir de las demás empresas y afianzarse como una empresa sólida en el mercado actual.

Como se muestra en la tabla 1, las empresas dedicadas al rubro de la fabricación de pisos grating a nivel nacional.

Tabla N° 1 Empresas dedicadas a la fabricación de pisos grating a nivel nacional

LISTA DE EMPRESAS METAL MECÁNICAS
GRATING PERÚ S.A.C.
FERMAR
SEDEMI
GRATING METAL
PROINDAR S.A.

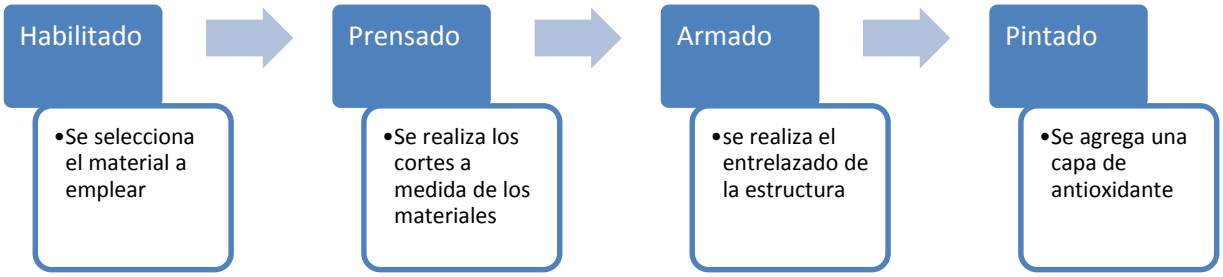
Fuente: Elaboración propia

La empresa Mecánica Industrial Manuel tiene como objetivo reducir gastos y aumentar la utilidad en los viene producidos. Para conseguirlo debe buscar la manera de entregar los pedidos en el menor plazo posible. Si lo alcanza, entonces la empresa va a lograr una mayor utilidad, en consecuencia, la misma está dispuesta a adquirir nuevas y mejores técnicas de trabajo.

Para la empresa Mecánica Industrial Manuel, siendo una empresa metalmecánica de fabricación de pisos grating, tiene como premura y es de carácter prioritario manipular de forma adecuada los tiempos de la línea de fabricación de los pisos grating, por ello se ve en la necesidad de mejorar la productividad en la línea propiamente dicha. Esto debido a que en la actualidad, posee cierta limitación tanto por los materiales, mano de obra calificada y equipos a utilizar, empleados en la elaboración de los pisos grating, las cuales generan cuellos de botella en la línea de fabricación del producto, este cuello de botella genera tiempos muertos en la operación, lo que ocasiona que no se aproveche adecuadamente los recursos entregados y la mano de obra disponible, a continuación se muestra la secuencia de la línea de producción de pisos grating por parte de la empresa.

A continuación, en la figura 3, se presenta de forma clara la secuencia desde el habilitado, hasta el pintado del producto final.

Figura N° 1. Procesos de la línea de fabricación de pisos grating



Fuente: elaboración propia

Se puede notar que en la línea de fabricación existe un problema, debido a que las actividades programadas no se ejecutan como se estima, en este caso desde el habilitado hasta el pintado de la estructura metálica, por contar con una inadecuada forma de trabajo, debido a que no existe procedimientos de trabajo.

Por ello, existe la necesidad de mejorar los estándares de calidad, adecuando mejor los tiempos de las actividades en la línea de fabricación de pisos grating. Asimismo, Se puede notar en la tabla 2, la productividad en lo que respecta a la línea de fabricación propiamente dicha, en los resultados plasmados se puede visualizar la baja productividad existente. Los datos históricos han sido obtenidos teniendo como referencia los últimos 3 meses de trabajo en la línea de producción de la empresa Mecánica Industrial Manuel. Además, se puede notar los datos de eficiencia, eficacia y por consecuencia los datos de la productividad inicial.

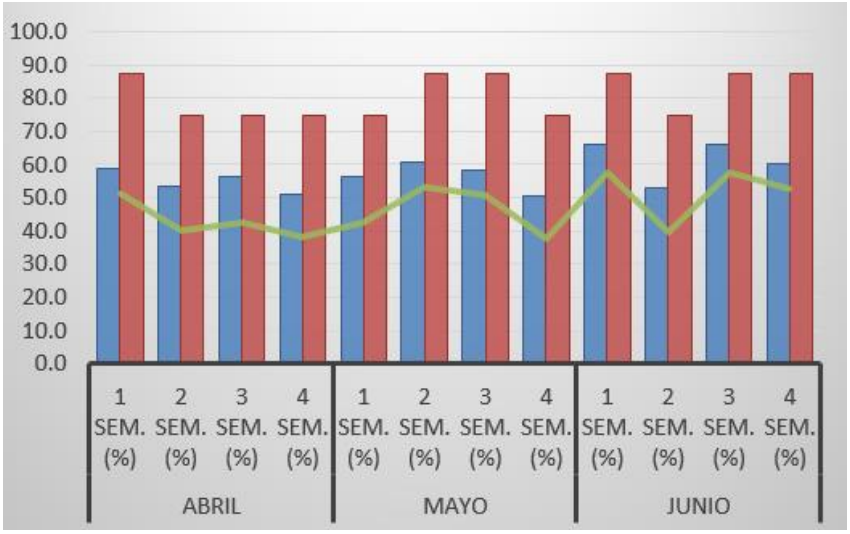
Tabla N° 2. Situación actual de la empresa en el segundo trimestre del año 2018

Situación actual de la empresa													
Línea de fabricación de pisos Grating													
	Abril				Mayo				Junio				Prom. (%)
	1 sem. (%)	2 sem. (%)	3 sem. (%)	4 sem. (%)	1 sem. (%)	2 sem. (%)	3 sem. (%)	4 sem. (%)	1 sem. (%)	2 sem. (%)	3 sem. (%)	4 sem. (%)	
Eficiencia	58.6	53.5	56.5	50.9	56.5	60.8	58.2	50.5	65.9	52.8	65.9	60.1	57.5
Eficacia	87.5	75.0	75.0	75.0	75.0	87.5	87.5	75.0	87.5	75.0	87.5	87.5	81.3
Productividad	51.3	40.1	42.4	38.1	42.4	53.2	51.0	37.9	57.7	39.6	57.7	52.6	47.0

Fuente: elaboración propia

Además, en la figura 4, se logra observar que, en las doce semanas del segundo trimestre la eficiencia promedio es de 57.5% y la eficacia de 81.3%, obteniendo como productividad promedio 47.0%. Véase también en la siguiente figura

Figura N° 2: Situación actual de la empresa en el segundo trimestre del año 2018



Fuente: elaboración propia

Desde inicios del presente año, se ha notado una baja productividad en la línea de fabricación de los pisos grating debido a diversos problemas. Se ha registrado un cuello de botella en el área de producción, para ser más específicos en el área de soldadura. Este es un proceso que se realiza diariamente ya sea para la fabricación de pisos grating, como también los servicios que adopta la empresa. El cuello de botella surge debido a que en muchos casos se estima la producción de los pisos grating en base a la experiencia del jefe de producción sin considerar los pedidos pendientes o los que podría adoptar en el periodo en que se ejecuta un pedido. Asimismo, dicho proceso no cuenta con procedimientos para la ejecución de la producción, ni mucho menos con un plan de capacitación. Esto se debe también a que no existe un orden de las actividades que comprende la elaboración del piso grating.

También hay que agregar que la organización no cuenta con mano de obra calificada, debido a que la organización brinda la oportunidad a los practicantes de mecánica general para brindarles experiencia en el campo de acción. Si bien es cierto, los costos de mano de obra son bajos en un practicante, por lo contrario, los mismos cometen una serie de errores que en muchos casos logran comprometer algunos pedidos de pisos grating.

Asimismo, se ha evidenciado que el prensador viene faltando de manera reiterada en los últimos 3 meses por diversos temas. Esto demuestra la falta de compromiso y la poca seriedad

que tienen los trabajadores de dicha área de trabajo hacia la organización. Cabe resaltar que en el área solo trabajan 4 personas y los trabajos son distribuidos entre los mismos. Por consiguiente, si llega a faltar una persona en un día es muy complicado recuperar el día de trabajo perdido.

Además, la ausencia de trabajadores genera descoordinación entre las áreas que comprenden la línea de producción de los pisos grating, es decir, al no coordinar entre trabajadores para saber en qué situación queda el área, el trabajo, o la actividad que han desarrollado un día anterior, por consecuencia esto genera retrasos en otras áreas y en forma macro conlleva a retrasar la entrega de los pedidos.

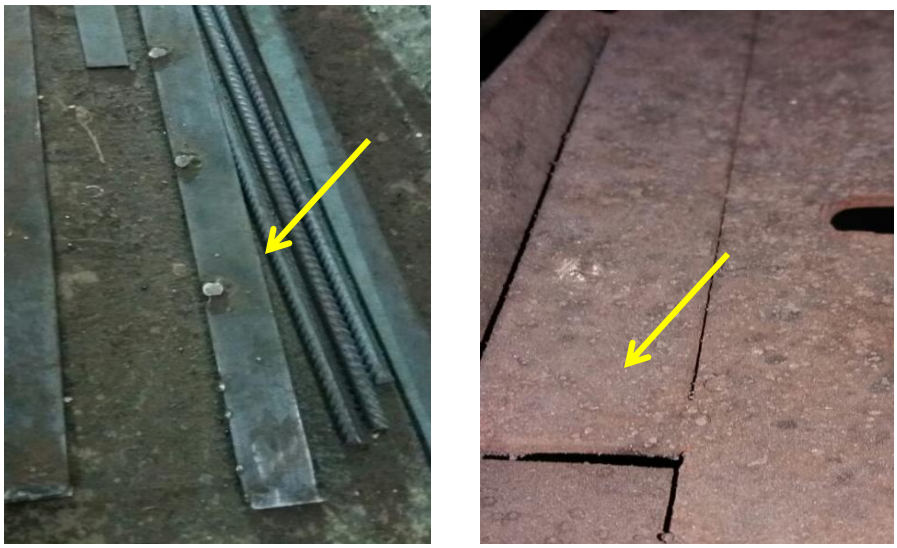
No obstante, otro problema que evidencia la organización es el alto desperdicio de mermas. Esto se da por 2 motivos. El primero, se debe a que todas las platinas que se compran no tienen la dimensión exacta, esto se mide en metros lineales. No obstante, esto puede ser recuperado uniéndolos a través de fuente de calor, este procedimiento se llama soldadura. Asimismo, la cantidad de dinero que se pierde por no reutilizar el material es considerable. Para evidenciar la frecuencia de la causa véase la siguiente tabla.

Figura N° 5: Desperdicio de materiales

Fuente: Elaboración propia

El segundo, se debe a que en muchos casos el jefe de producción autoriza la compra de materiales de ASTM A-36 en una chatarrería para reducir costos. Por lo contrario, estos materiales reciclados son de baja calidad, es decir presentan óxidos en tramos de la platina, puntos de soldaduras en algunos casos, deformaciones, torceduras, mal prensado, rebabas en los cantos, entre otros problemas. Para evidenciar la frecuencia de la causa véase la siguiente tabla y figura.

Figura N° 6: Materiales de baja calidad



Defectuosos Oxidados

Fuente: Elaboración Propia

Otra causa relevante es la falta de organización en el área de producción. Esto puede ser por la presencia de materiales tirados o esparcidos en el suelo, bloqueando salidas o accesos a maquinaria. Asimismo, también puede ocasionarlo la presencia de maquinaria que se encuentra en desuso. De la misma manera los elementos de seguridad que brinda la empresa no se guardan en estantes especiales, no obstante, muchas veces se quedan en el suelo, las partes y accesorios de máquinas se encuentras en el mismo estado. En consecuencia, se generan espacios confinados para trabajar y conlleva a convivir en un clima desfavorable entre el personal de producción. Esto se detecta cuando se realiza inspecciones por parte de jefe de producción, para evidenciar la frecuencia de la causa véase la siguiente figura.

Figura N° 7: Falta de organización de espacios

Fuente: Elaboración propia

También hay que agregar la presencia de maquinaria obsoleta en el área de producción, el cual reduce el espacio de trabajo y también limita la libertad de tránsito de los trabajadores. Por consecuencia genera problemas para el desplazamiento no solo de materiales, sino también de personas. En el área de prensado solo existen 2, es una prensa excéntrica de 35 toneladas y una compresora trifásica de 400 PSI. Para evidenciar cuales son las máquinas que son obsoletas véase las siguientes imágenes.

Figura N° 8: Maquinaria obsoleta

Fuente: Elaboración Propia

Además, no cuenta con maquinaria para trasladar los pisos grating desde el área de soldadura hasta la zona de descarga de materiales. Por lo contrario, esta labor se realiza a mano alzada, es decir con la ayuda de 4 personas. Asimismo, cuando no se encuentran la cantidad necesaria de individuos, la actividad se realiza con la ayuda de un par de tubos que funcionan como rodillos. Estos se desplazan y trasladan el piso grating de un lugar a otro. Véase la siguiente figura.

Figura N° 9: Falta de maquinaria para traslado

Fuente: Elaboración Propia

Además, la organización no pronostica las fallas que podrían tener las máquinas en las distintas áreas de la línea de producción de los pisos grating. Asimismo, no cuenta con maquinaria de repuesto, por consiguiente, la confiabilidad de máquina es baja. Además, La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, ni mantenimiento predictivo para todas las máquinas que posee. Por lo contrario, la organización solo aplica el mantenimiento correctivo cada vez que se presenta, es decir solo se realiza cuando las máquinas dejan de funcionar. En consecuencia, no solo generan horas de máquinas paradas y retrasos en la entrega de productos terminados, sino también insatisfacción del cliente. Para evidenciar la frecuencia de la causa véase la siguiente tabla y figura.

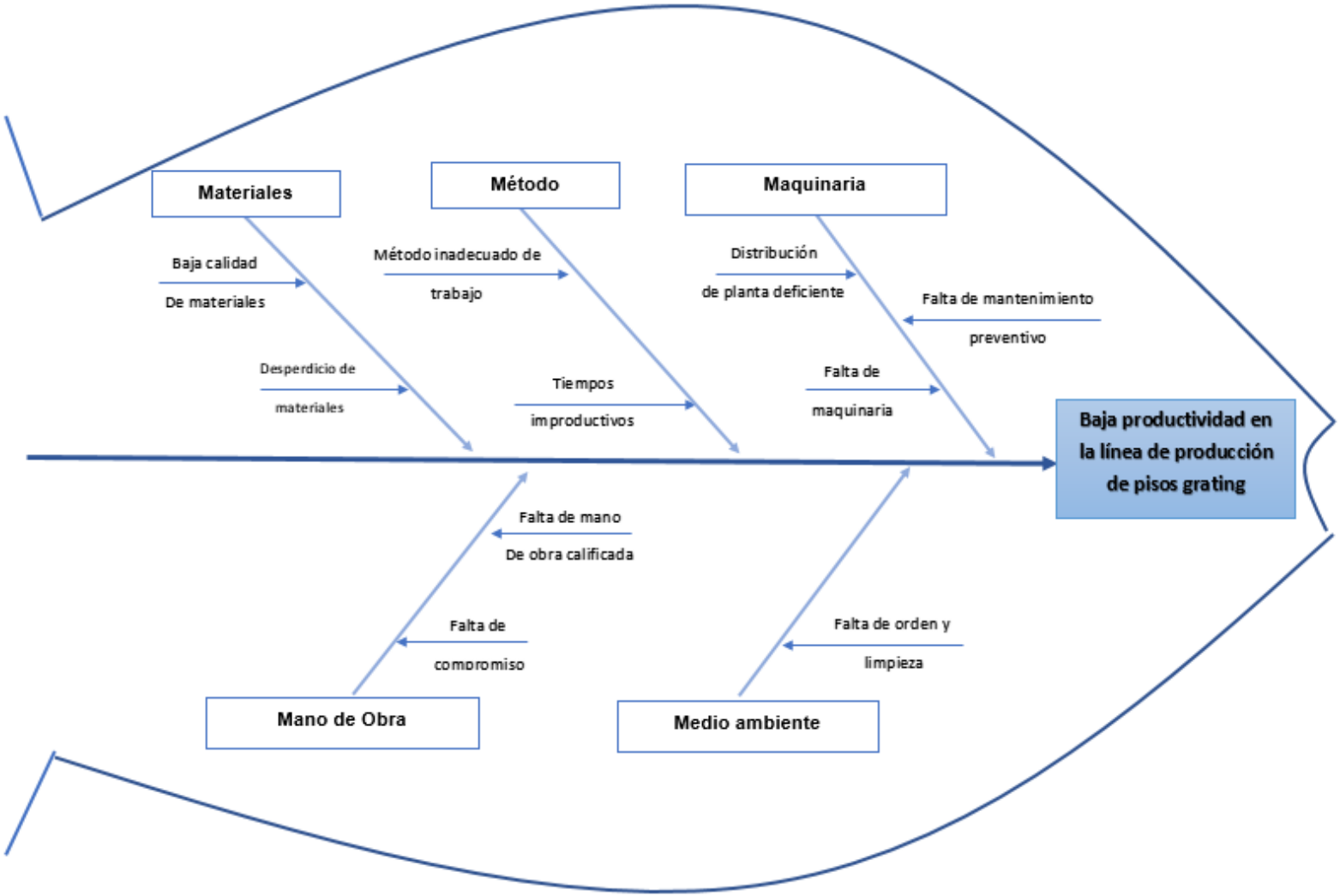
Figura N° 10: Falta de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración Propia

1.1.4 Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta es de suma importancia debido a que se analiza las causas que originan un problema. Asimismo, Para desarrollar dicha herramienta en la empresa Mecánica Industrial Manuel, primero se presentan todas las causas expuestas para luego consolidarlos en el diagrama de Ishikawa. Estas causas están agrupadas en 5 secciones, las cuales son: materiales, mano de obra, método, maquinaria y medio ambiente. Teniendo como problema principal, la baja productividad en la línea de producción de los pisos grating. Asimismo, puede ser visualizada en la siguiente figura (ver figura N° 9).

Figura N° 11: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

1.1.5 Matriz de correlación

Luego de levantar evidencias en el campo de acción para luego plasmarlas en el diagrama anterior, se procede a realizar la matriz de correlación donde se va a jerarquizar y priorizar las principales causas para su posterior análisis. Para ello, primero se elabora un cuadro de leyenda donde se le asigna la letra C y un número que asciende de forma correlativa en cada causa expuesta en el diagrama de Ishikawa. Por tal motivo se crea la siguiente tabla.

Tabla N°3: Leyenda de diagrama de Pareto

Causa	Descripción
C1	Baja calidad de materiales
C2	Desperdicio de materiales
C3	Método inadecuado de trabajo
C4	Tiempos improductivos
C5	Distribución de planta deficiente
C6	Falta de mantenimiento preventivo
C7	Falta de maquinaria
C8	Falta de compromiso
C9	Falta de Mano de obra calificada
C10	Falta de orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

La matriz que se va a realizar es de mucha ayuda y tiene un carácter de importancia alto, por lo tanto, se debe implementar una alternativa de solución para cada causa expuesta. Esto se ejecuta proporcionándole una ponderación a cada causa en función al grado de importancia o relación que tienen entre sí, ya sea en la línea de producción o para el desarrollo del proyecto de investigación. Para ello se realiza la siguiente tabla.

Tabla N°4: Matriz de correlación

Causa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Puntaje	% Pond.
C1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2.6%
C2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2.6%
C3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	23.1%
C4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	8	20.5%
C5	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7	17.9%
C6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7.7%
C7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.6%
C8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.6%
C9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	5.1%
C10	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	6	15.4%

1: Baja relación

0: No hay relación

Fuente: Elaboración propia

La matriz de correlación mostrada anteriormente permite determinar el porcentaje de relación de los problemas que originan la baja productividad en la línea de producción de pisos grating con respecto a los demás, brindando información que va a ser útil al efectuar el diagrama de Pareto

1.1.6 Diagrama de Pareto

Para determinar cuál es la causa que más se repite en la línea de producción de pisos grating se va a realizar un diagrama de Pareto. Para ello primero se determinan las frecuencias de las causas que se detectaron en el diagrama de Ishikawa. Esta ponderación se realiza debido a la frecuencia en que se manifiestan en la línea de producción de los pisos grating y que genera la baja productividad de la línea de producción antes mencionada. A continuación, se presenta el número de veces en que se visualizó las causas en la línea de producción de pisos grating, para ello se elabora la siguiente tabla.

Tabla N°5: Frecuencias

Causa	Descripción	Frecuencia
C1	Baja calidad de materiales	2.56%
C2	Desperdicio de materiales	2.56%
C3	Método inadecuado de trabajo	23.08%
C4	Tiempos improductivos	20.51%
C5	Distribución de planta deficiente	17.95%
C6	Falta de mantenimiento preventivo	7.69%
C7	Falta de maquinaria	2.56%
C8	Falta de compromiso	2.56%
C9	Falta de Mano de obra calificada	5.13%
C10	Falta de orden y limpieza	15.38%

Fuente: Elaboración propia

Con la determinación de las frecuencias se procede a ordenar las ponderaciones de mayor a menor para priorizar las causas y atacar la causa más repetitiva en la línea de producción de pisos grating, para ello se elabora la siguiente tabla.

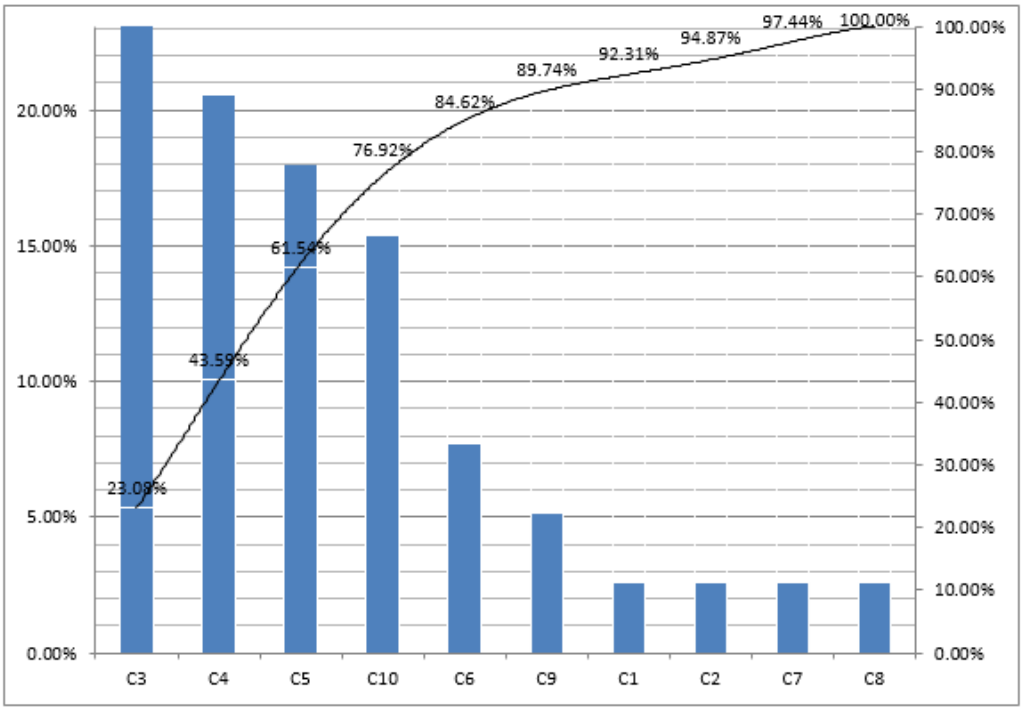
Tabla N°6: Frecuencias ordenadas

Causa	Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acum.
C3	Método inadecuado de trabajo	23.08%	23.08%
C4	Tiempos improductivos	20.51%	43.59%
C5	Distribución de planta deficiente	17.95%	61.54%
C10	Falta de orden y limpieza	15.38%	76.92%
C6	Falta de mantenimiento preventivo	7.69%	84.62%
C9	Falta de Mano de obra calificada	5.13%	89.74%
C1	Baja calidad de materiales	2.56%	92.31%
C2	Desperdicio de materiales	2.56%	94.87%
C7	Falta de maquinaria	2.56%	97.44%
C8	Falta de compromiso	2.56%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la tabla anterior, los principales problemas que generan la baja productividad en la línea de producción de los pisos grating van desde el método inadecuado de trabajo, tiempos improductivos, distribución de planta deficiente y la falta de orden y limpieza, con un porcentaje acumulado de 76.92% que engloban 4 causas principales. La similitud en los porcentajes se debe a que la relación mostrada en la matriz correlacional, por lo tanto, la eliminación de una de ellas influye directamente en la disminución de la causa relacionada.

Figura N° 12: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

1.1.7 Matriz de estratificación

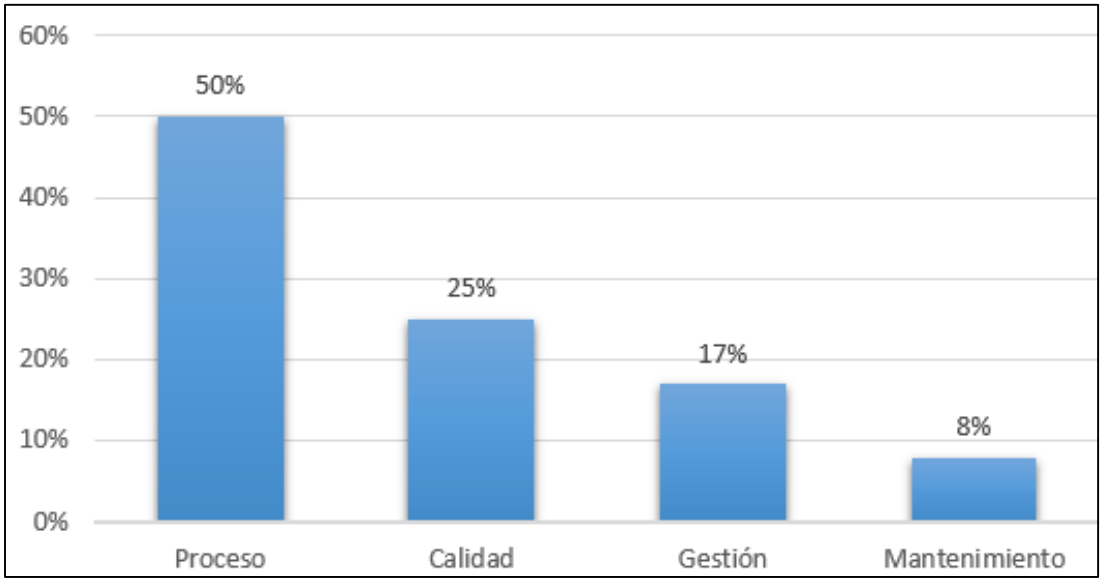
Esta matriz es de gran importancia debido a que prioriza las causas en función de macro procesos de la empresa, estos pueden ser; gestión, procesos, mantenimiento y calidad. La matriz se efectuó con la ayuda del jefe de producción para priorizar el proceso a optimizar. Véase en la siguiente tabla y grafico el desarrollo de la matriz.

Tabla N°7: Matriz de estratificación

Macro procesos	Frecuencia
Gestión	3
Proceso	3
Mantenimiento	1
Calidad	3

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13: Matriz de estratificación



Fuente: Elaboración propia

Ahora, con la realización de las tablas de frecuencias se debe dar prioridad a las causas del proceso que contengan mayor índice y que son de mayor relevancia para la línea de producción de pisos grating, por lo tanto, se concluye que el macro proceso a mejorar es Proceso debido a que tiene una frecuencia de 3, asimismo se aplicará el estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

1.1.8 Matriz de priorización

Esta matriz es de gran importancia debido a que esquematiza las prioridades y analiza las causas en función a los macro procesos de la empresa, estos pueden ser; gestión, procesos, mantenimiento y calidad. La matriz se realizó con las "M" del diagrama de Ishikawa, y se ha relacionado con la matriz de estratificación para hallar el total de problemas. Además, para el nivel de criticidad y el impacto se efectuó con la ayuda del jefe de producción para priorizar el proceso a mejorar. Sin embargo, las medidas a tomar se trazaron en base al conocimiento del estudiante. Véase en la siguiente tabla el desarrollo de la matriz.

Tabla N°8: Matriz de priorización

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREAS	***MATERIALES***	***MANO DE OBRA***	***MAQUINARIA***	***MÉTODO***	***MEDIO AMBIENTE***	***NIVEL DE CRITICIDAD***	***TOTAL PROBLEMAS***	***TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS***	***IMPACTO***	***CALIFICACIÓN***	***PRIORIDAD***	***MEDIDAS A TOMAR***
GESTIÓN	0	2	1	0	0	***MEDIO***	3	17%	4	24	2	*
PROCESO	0	0	1	2	0	***ALTO***	3	50%	10	30	3	ESTUDIO DEL TRABAJO
MANTENIMIENTO	0	0	1	0	0	***MEDIO***	1	8%	6	6	4	TPM
CALIDAD	2	0	0	0	1	***ALTO***	3	25%	8	24	1	5S
TOTAL PROBLEMAS	2	2	3	2	1		10	1		0		

Fuente: Elaboración propia

Ahora, con la elaboración de la matriz de priorización se debe dar preferencia a las causas del proceso que contengan mayor calificación para la línea de fabricación de pisos grating, por lo tanto, se concluye que el área a mejorar es proceso debido a que tiene una calificación de 30. Por consiguiente, se implementará el estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de fabricación de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

1.2 Trabajos previos

Este proyecto de investigación es de suma importancia, porque con el estudio del trabajo en la línea de producción de los pisos grating no solo se puede lograr incrementar la cantidad producida, sino también reducir los costos ocultos de las actividades que no generan valor. Obteniendo como resultado la mejora de la productividad en la organización y satisfaciendo a los clientes. Para ello se debe realizar citas en trabajos anteriores tanto internacional como nacional, como a continuación se detalla:

1.2.1 Antecedentes Internacionales:

RIVERA, Erick. Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango – Guatemala (2016). La investigación tuvo como finalidad determinar como el estudio de tiempos y movimientos ayuda a alcanzar la productividad de cortes típicos en el municipio de Salcajá. El municipio no realizaba el control de los tiempos y se propuso un diagrama de actividad para establecer el tiempo estándar en las diferentes actividades. Tuvo como conclusión la mejora de la productividad en 8.6% con la implementación de un estudio de tiempos y movimientos, ya que hubo una disminución al tiempo del proceso, por lo que se comprueba la hipótesis planteada, además se implementó una guía de capacitación esto derivado del estudio de tiempos y movimientos, para mejorar los procesos y el área de trabajo.

YUQUI, José. Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías Megabuss. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador (2016). La investigación tuvo como finalidad elaborar un estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss. En esta investigación se propone un diagrama de actividades para establecer el tiempo estándar para cada proceso. Asimismo, tuvo como conclusión el incremento de la productividad en 10.3%. Esto se correspondió a la realización del diagnóstico de las actividades que realiza el personal de las diferentes secciones de la planta de ensamble.

Asimismo, ha permitido identificar las operaciones que conforman los procesos productivos en cada sección y también detectar las deficiencias de los mismos.

MARTINEZ, William. Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa Cinsa Yumbo. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad autónoma de occidente, Cali – Colombia (2013). La investigación tuvo como finalidad brindar herramientas para la mejora de las líneas de producción en la empresa CINSA – Yumbo, utilizando la técnica del estudio del trabajo; con el propósito de incrementar la productividad. En esta investigación el responsable identifica las causas que generan actividades que no agregan valor para proponer un nuevo diagrama de actividades y luego hace una toma de tiempos para estandarizar el proceso. Asimismo, tuvo como conclusión el incremento de la productividad en 7.9%. Esto se logra por la determinación del tiempo estándar de producción de cada una de las operaciones que hacen parte de la línea productiva, con el propósito de contar con una herramienta que facilite la programación de la producción.

ALZATE, Natalia y SANCHEZ, Julián. Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira – Colombia (2013). La investigación tuvo como finalidad definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción del calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado "Caprichosa". El responsable identifica las causas que generan la baja productividad en la línea de calzado. Luego propone un nuevo diagrama de actividades de proceso para luego estandarizar los tiempos de ciclo. Teniendo como conclusión la determinación del tiempo estándar de fabricación con las distintas propuestas de mejora. Así como también, se logró definir un nuevo método de fabricación, evidenciando disminución en los costos laborales e incrementando la productividad en 5.2%.

CALLE, Cristhian. Estudio de métodos en el área de producción y propuesta fundamentada de mejora en la empresa Mundiplast. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad de Cuenca, Cuenca – Ecuador (2010). La investigación tuvo como finalidad de realizar un

análisis de métodos donde se evaluará la materia prima, mano de obra, maquinaria, método y el medio. Con el objetivo de reducir los tiempos improductivos provocados por movimientos innecesarios, demoras y desperdicios, mejorando los procesos de producción. En este estudio el responsable identifica las causas que genera la baja productividad y plantea un estudio de tiempos, así como también mejora el diagrama de actividades para eliminar los movimientos innecesarios. Teniendo como conclusión que los tiempos planificados para el ensamble por lo general son más largos que los requeridos. Es decir que del 100% del tiempo destinado para realizar un trabajo en promedio solo se requeriría el 78% de dicho tiempo. Lo que significa que los tiempos que se manejan en la actualidad en la empresa tienen un amplio rango de error.

1.2.2 Antecedentes Nacionales:

GUILLEN, Jaime. Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de vulcanizado de la empresa J&B Señor de la misericordia. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú (2016). La investigación tuvo como finalidad determinar cómo la aplicación del estudio de trabajo mejora la productividad en la línea de vulcanizado. En esta investigación el responsable identifica las causas que genera la baja productividad y plantea un estudio de tiempos, así como también mejora el diagrama de actividades. Teniendo como conclusión la validación de la hipótesis y muestra un incremento de la productividad de 30.43%.

LÓPEZ, Pablo. Aplicación del estudio del trabajo para aumentar la productividad en el área de mantenimiento de extintores de la empresa Exanco. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú (2016). La investigación tuvo como finalidad determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo aumenta la productividad en el área de mantenimiento de extintores en la empresa Exanco. En esta investigación el responsable identifica las causas que genera la baja productividad, focaliza la causa y plantea un diagrama de actividades para mejorar el proceso, para ello crea un formato para tomar tiempos y establecer un tiempo estándar. Teniendo como resultado el incremento de la

productividad en un 7%. Es decir, antes producían 22 unidades por día, ahora realizan 24 unidades diarias. Esto representa un aumento de la producción en 2 unidades por día.

SÁNCHEZ, Marco. Aplicación del estudio de métodos y tiempos en el área de corte para la mejora de la productividad en la empresa H. Ruiz hnos. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú (2016). La investigación tuvo como finalidad determinar cómo la aplicación del estudio de métodos y tiempos en el área de corte mejora de la productividad en la empresa H. Ruiz hnos. En dicha investigación el responsable identifica las causas que ocasionan la baja productividad y plantea un estudio de tiempos y mejora el diagrama de actividades del área mencionada. El estudio tiene como conclusión el incremento de la productividad en un 8.33%. Generando una reducción de las mermas y un incremento de productos terminados.

ROJAS, Adderly. Ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en los equipos de movimiento de minerales en la empresa Impala Terminals Perú. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú (2016). La investigación tuvo como finalidad determinar cómo la ingeniería de métodos mejora de la productividad en los equipos de movimiento de minerales en la empresa Impala Terminals Perú. Esta investigación propone la estandarización de tiempos en el diagrama de actividades de proceso. Asimismo, antes de plantear un nuevo diagrama realiza una toma de tiempos para obtener los tiempos estándar de las actividades que comprenden el proceso mantenimiento de equipos de movimiento de minerales. En consecuencia, la investigación tiene como conclusión el incremento de la productividad en la organización en 93% es decir de 0.86 a 1.67.

BENCICH, Gianina. La mejora de la productividad a través de la aplicación del estudio del trabajo en el proceso productivo de los polos de fibra de vidrio en Resead. Tesis (Título de ingeniero industrial). Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú (2015). La investigación tuvo como finalidad determinar cómo la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el proceso productivo de polos de fibra de vidrio en Resead. En esta investigación se analizan las causas que originan la baja productividad y se propone un estudio de tiempo para mejorar el tiempo estándar. Se analiza también el diagrama de actividades de proceso y se

realiza una propuesta mejorada. Teniendo como conclusión el incremento de la producción por hora del más de 100%. Es decir, de 0.63 a 1.42 y reduciendo el tiempo de ciclo en 50%, es decir de 100.55 a 49.84 minutos.

1.3 Teorías relacionadas al tema

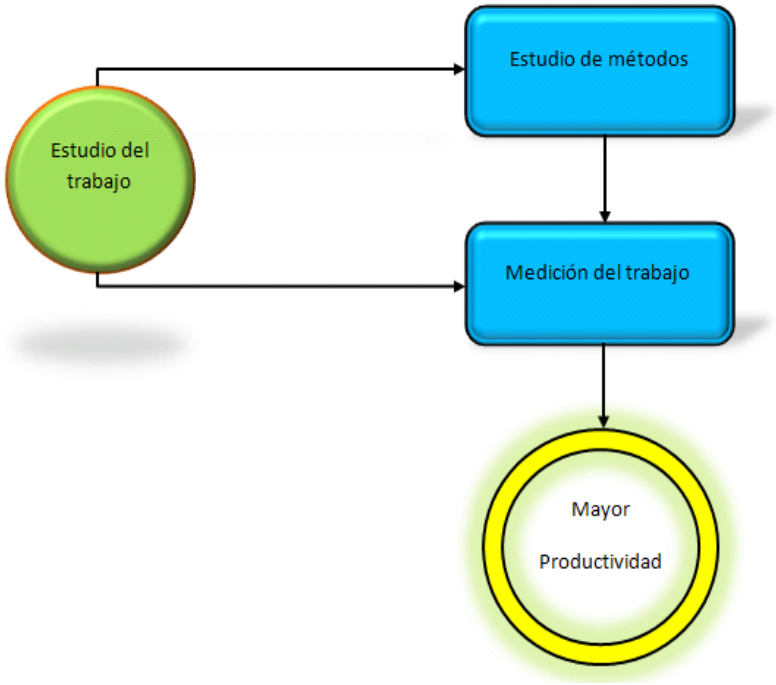
En el desarrollo del proyecto de investigación se ha logrado identificar dos variables. La primera, es la variable independiente la cual está representada por el estudio del trabajo y la segunda es la variable dependiente la cual está representada por la productividad. La investigación hará uso de referencias bibliográficas debido a que dichas variables ya han sido estudiadas por diversos autores, además están relacionadas teóricamente en conceptos como a continuación se menciona:

1.3.1 Estudio del trabajo

Para KANAWATY, el estudio del trabajo permite mejorar los métodos de trabajo existentes para realizar actividades con la finalidad de emplear de manera eficiente los recursos de una organización (2010, p. 23). Por lo tanto, el estudio del trabajo tiene por objetivo inspeccionar y de qué manera se está realizando una actividad para que más adelante proponga, modifique la cantidad de actividades que existen en la línea de producción para que se convierta en un proceso eficiente debido a la eliminación de actividades que no agregan valor a la producción. El estudio de trabajo se relaciona con dos técnicas principales.

No obstante, para NIEBEL Y FREIVALDS, esto implica el análisis de dos tiempos diferentes durante el proceso de un producto o servicio. Primero, se debe diseñar y desarrollar varios centros de trabajo donde el producto será laborado. Segundo, se debe estudiar continuamente dichos centros de trabajo con la finalidad de encontrar una mejor forma de elaborar el producto y/o mejorar su calidad (2014, p.3). Cabe resaltar que todo proceso que no es controlado no puede ser mejorado. Véase en la siguiente figura como está compuesto el estudio del trabajo.

Figura N° 14: Estudio del trabajo



Fuente: Elaboración propia

El estudio del trabajo abarca el estudio de diversos métodos, no obstante, el proyecto de investigación se enfoca solo en dos, el primero es a través del estudio de métodos y el segundo es a través de la medición del trabajo empleando la técnica del estudio de tiempos, con el único fin de incrementar la productividad de la organización.

1.3.2 Métodos de trabajo

Para GARCIA, Los métodos de trabajo aportan de forma eficiente a las actividades del flujo de proceso productivo. Asimismo, ayudan a optimizar las actividades de trabajo y a utilizar de manera eficiente los recursos de la organización. (2005, p. 131).

1.3.3 Estudio de métodos

Para CRUELLES, el estudio de métodos divide y separa las actividades que comprenden un proceso productivo en una parte razonable de operaciones (2013, p. 161). El estudio de

métodos, comprende en conseguir datos del campo de acción (procedimientos de trabajo) para transformarlos en información de fácil lectura (diagramas), con el objetivo de disminuir tiempos y actividades que no agregan valor para incrementar la productividad de un bien o servicio. El registro y evaluación de las actividades de un proceso se realiza con el fin de mejorar el proceso productivo o línea de producción.

Para KANAWATY, el estudio de métodos compone la primera parte del estudio del trabajo y se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una actividad u operación, antes de proceder a la medición del método mejorado. El enfoque básico del estudio de métodos consta en el seguimiento de 8 pasos fundamentales que a continuación se va a explicar en la siguiente tabla:

1. La selección del proceso a mejorar se realizará atendiendo a criterios similares a los siguientes:

- Factibilidad técnica
- Efecto económico mayor
- Improbabilidad de resistencias personales

2. El registro de todas las actividades relacionadas con los trabajos seleccionados debe realizarse sobre la base de observaciones directas “in situ”, además empleando, según sea los casos, las siguientes herramientas:

- Gráfico de operaciones del proceso
- Gráfico de flujo del proceso
- Diagrama de flujo
- Gráfico multi actividad
- Gráfico hombre-máquina
- Gráfico bimanual de operario

- Gráfico Therblig

La filmación por vídeo cámara es un procedimiento técnico de registro internacionalmente admitido, es considerado un instrumento de utilidad incuestionable para el estudio del trabajo y, en particular, para la observación directa, el análisis y la determinación de los métodos operativos que han de ser constituidos en la base del establecimiento de los tiempos correctos de ejecución del trabajo.

3. El examen crítico del proceso se verifica considerando y deliberando sucesivamente los aspectos siguientes: propósito, tiempo, razón, lugar, persona y medios de cada uno de sus elementos. Estas cuestiones han de servir para lo siguiente

- Filtrar las actividades registradas y situarlos en una adecuada perspectiva, ayudando de esta manera a la detección e identificación de nuevos factores que se deben tener en cuenta.
- Buscar indicios y nuevas alternativas para mejorar los procesos.
- Eliminar, combinar o cambiar actividades o tareas del proceso.
- Simplificar una tarea o actividad.

El desarrollo del mejor método y que satisfagan las circunstancias actuales de la organización habrá de tener en cuenta todas las condiciones registradas y el resultado de su examen. Las mejoras a implantar deben orientarse, a eliminar, combinar, reajustar y simplificar las actividades o tareas del proceso.

4. La determinación del nuevo método debe llevarse a cabo teniendo en cuenta el procedimiento o proceso a mejorar, la disposición o distribución de la planta, los equipos establecidos para el proceso, los materiales que emplea el proceso productivo, el nivel de calidad de los productos que brinda la organización, el grado necesario de instrucción de los operarios de producción del proceso a estudiar y las condiciones de trabajo existentes en el proceso.

5. Evaluar el proceso para adoptar (planificar, distribuir, aplicar) y mantener (comprobar a intervalos normales si se manipula el método perfeccionado definido), para lograr

- La mejor disposición de las zonas de trabajo,
- El mejor diseño del equipo de trabajo,
- Las mejores condiciones de trabajo y
- La reducción de la fatiga en los operarios.

A fin de conseguir un mejor aprovechamiento del espacio, de las materias primas e insumos, de la maquinaria y/o tecnología, instalaciones y equipo, y de la mano de obra con el objetivo de conseguir mayor productividad.

Los tiempos que se constituyan, por cualquiera de las técnicas o procedimientos admitidos, deben ajustarse en todo instante a los métodos preestablecidos y a las condiciones tecnológicas que se procuren en cada momento, atendiendo los niveles de calidad que se hayan fijado por la alta dirección de la empresa.

6. Definir el proceso con la ayuda de los mandos intermedios de las distintas áreas o procesos de las fábricas deben participar en la confección de los métodos y colaborar estrechamente, con los técnicos de métodos y tiempos, asimismo, en la implantación de los nuevos métodos operativos y de sus oportunos tiempos de ejecución, debiendo conocer y tener a disposición de los operarios del proceso, en los puestos de trabajo, los métodos y tiempos correctos de cumplimiento establecidos.

7. Implementar los cambios del puesto de trabajo, los correspondientes mandos de taller, en colaboración con las oficinas técnicas de métodos y tiempos, deben tener presente la posible conveniencia de aplicar unos adecuados tiempos de adaptación o adiestramiento.

Las implantaciones de tiempos (nuevos o revisados) suelen plantear problemas de inoportunidad, en función de múltiples factores, entre los que no deben los de insaturación o inactividad de parte de la jornada laboral por causas como la falta de trabajo, la mayor o

menor habitualidad de un defectuoso suministro de materiales o componentes por parte de los proveedores internos, etc.

8. El control del proceso debe realizarse a través de formatos de control, estudios de tiempos empleando intervalos establecidos por la organización. La estabilización del método operativo y el cumplimiento de las condiciones de todo tipo pronosticadas en el estudio de tiempos permiten una mejor aceptación de las cargas de trabajo fijadas (2010, pp. 30-33).

Todo lo expuesto se resume en la siguiente tabla:

Tabla N° 9: Pasos de un estudio de método.

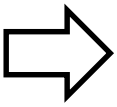
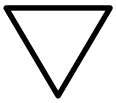
1. Seleccionar	El trabajo que se va a estudiar, también delimitar el estudio.
2. Registrar	Por observación directa de los hechos relevantes relacionados con las actividades.
3. Examinar	De forma crítica, el modo en que se ejecuta el trabajo.
4. Establecer	El método más práctico, económico y eficaz. Mediante los aportes de las personas.
5. Evaluar	Las diferentes opciones para establecer un nuevo método.
6. Definir	El nuevo método de forma clara y exponerlo a todas las personas concernientes.
7. Implantar	El nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que la utilizaran.
8. Controlar.	La aplicación del nuevo método e implementar procedimientos adecuados.

Fuente: KANAWATY, George. Estudio del trabajo

1.3.4 Simbología de diagrama

Para optimizar el estudio del proceso productivo, se emplean diagramas de fácil entendimiento que expresan un lenguaje y símbolos que incluyen varios conjuntos y estándares de elementos. A partir de ellos es posible describir de forma rápida y efectiva la secuencia de un flujo productivo. Véase la siguiente tabla de símbolos.

Tabla N° 10: Símbolos para un estudio de método.

	Operación: Tiene lugar cuando se cambia las características físicas o químicas de un objeto.
	Transporte: Ocurre cuando un objeto es movido de un lugar a otro.
	Inspección: Tiene lugar cuando un objeto es examinado para llevar un control.
	Espera: Cuando las condiciones de trabajo o ambientales no permiten realizar la siguiente actividad.
	Almacenamiento: Tiene lugar cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado.
	Actividad combinada: pueden combinarse 2 símbolos, cuando se ejecutan al mismo tiempo.

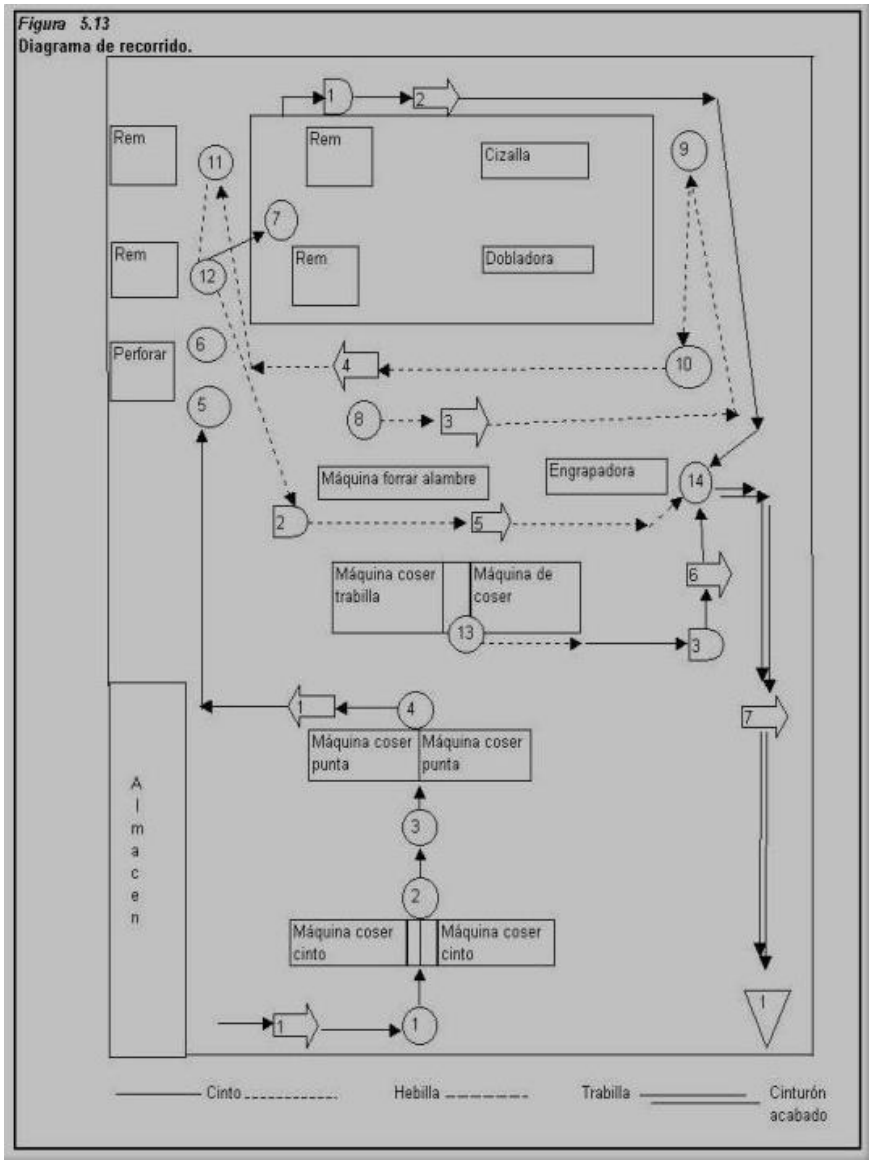
Fuente: KANAWATY, George. Estudio del trabajo

1.3.5 Diagrama de recorrido

Para NIEBEL Y FREIVALDS, es una representación gráfica de la distribución de planta y edificios que muestra la ubicación de cada puesto de trabajo con sus respectivas actividades

del diagrama de flujo de proceso (2014, p. 30). Asimismo, este diagrama se basa en la distribución de planta y permite visualizar el recorrido que tiene el proceso dentro de la planta. Además, se logra ver la cantidad de veces que pasa un producto por un lugar específico dentro de la fábrica con el fin de evitar que se formen cuellos de botella. La mejora se plantea estableciendo un método de trabajo con el menor tiempo de recorrido. Véase el ejemplo de la siguiente figura

Figura N° 15: Diagrama de recorrido

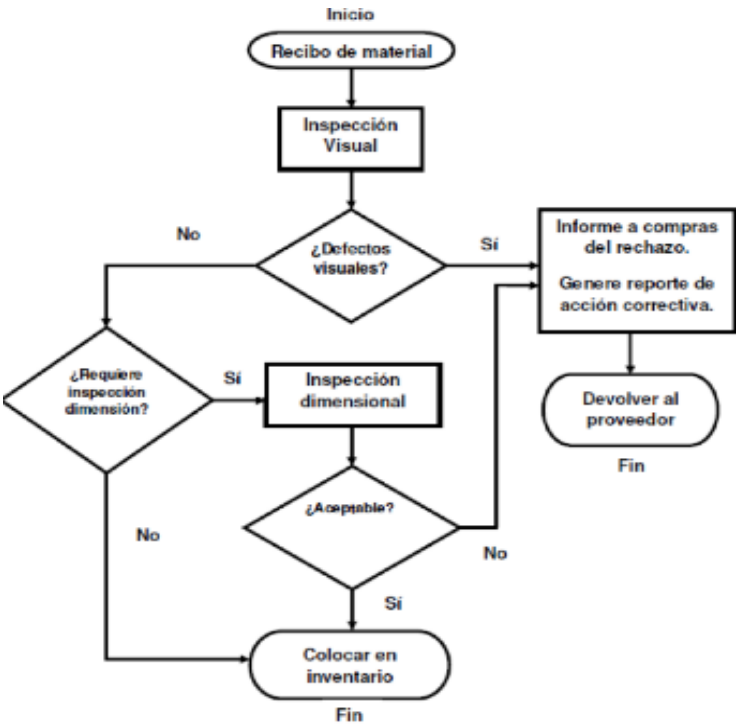


Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS. Ingeniería industrial de Niebel

1.3.6 Diagrama de procesos

Para NIEBEL Y FREIVALDS, es una representación de la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones que emplea un proceso productivo para elaborar un bien o servicio. Esto comprende desde la llegada de la materia prima al proceso hasta el empaquetado del producto terminado (2014, p.25). Véase el ejemplo de la siguiente figura

Figura N° 16: Diagrama de proceso



Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS. Ingeniería industrial de Niebel

1.3.7 Diagrama de actividades de proceso

Para NIEBEL Y FREIVALDS, es una representación gráfica de la secuencia de las tareas o actividades que concurren en un proceso productivo, identificándolos a través de símbolos según su naturaleza. Además, incluye toda la información que se considere relevante y necesaria para el análisis del mismo, como distancia de recorrido, cantidad considerada, tiempo requerido, espacio disponible, temperatura adecuada (2014, p. 32). Véase el ejemplo de la siguiente figura

Figura N° 17: Diagrama de Actividades de Proceso

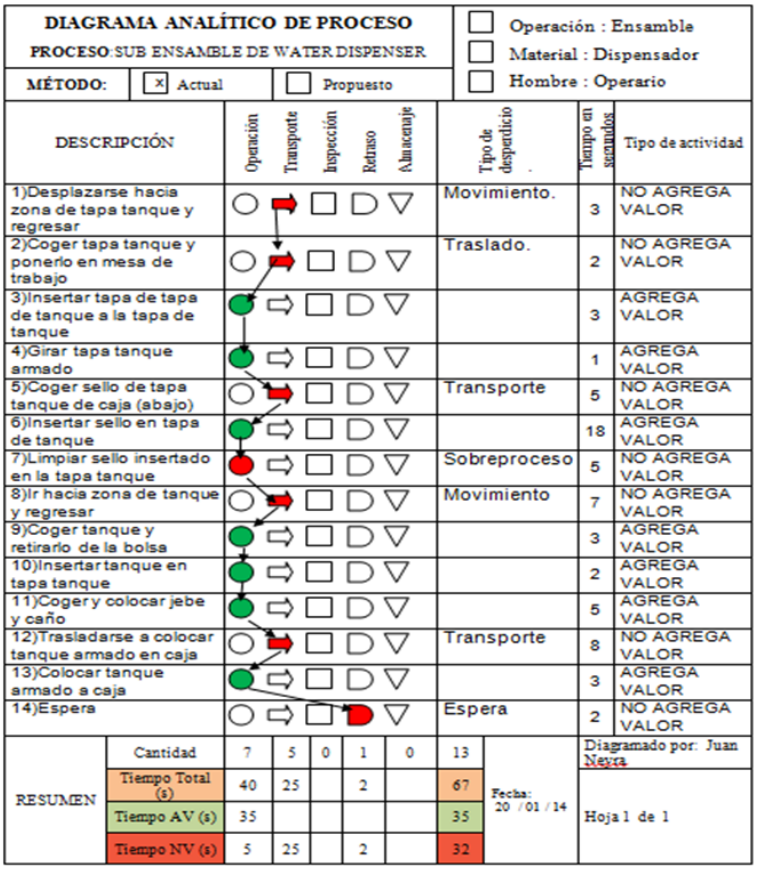


DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO									
PROCESO: SUB ENSAMBLE DE WATER DISPENSER								☐ Operación : Ensamble	
								☐ Material : Dispensador	
MÉTODO:	☒ Actual		☐ Propuesto					☐ Hombre : Operario	
DESCRIPCIÓN	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en segundos	Tipo de actividad	
1)Desplazarse hacia zona de tapa tanque y regresar	○	➡	☐	D	▽	Movimiento.	3	NO AGREGA VALOR	
2)Coger tapa tanque y ponerlo en mesa de trabajo	○	➡	☐	D	▽	Traslado.	2	NO AGREGA VALOR	
3)Insertar tapa de tapa de tanque a la tapa de tanque	●	⇨	☐	D	▽		3	AGREGA VALOR	
4)Girar tapa tanque armado	●	⇨	☐	D	▽		1	AGREGA VALOR	
5)Coger sello de tapa tanque de caja (abajo)	○	➡	☐	D	▽	Transporte	5	NO AGREGA VALOR	
6)Insertar sello en tapa de tanque	●	⇨	☐	D	▽		18	AGREGA VALOR	
7)Limpiar sello insertado en la tapa tanque	●	⇨	☐	D	▽	Sobreproceso	5	NO AGREGA VALOR	
8)Ir hacia zona de tanque y regresar	○	➡	☐	D	▽	Movimiento	7	NO AGREGA VALOR	
9)Coger tanque y retirarlo de la bolsa	●	⇨	☐	D	▽		3	AGREGA VALOR	
10)Insertar tanque en tapa tanque	●	⇨	☐	D	▽		2	AGREGA VALOR	
11)Coger y colocar jebe y caño	●	⇨	☐	D	▽		5	AGREGA VALOR	
12)Trasladarse a colocar tanque armado en caja	○	➡	☐	D	▽	Transporte	8	NO AGREGA VALOR	
13)Colocar tanque armado a caja	●	⇨	☐	D	▽		3	AGREGA VALOR	
14)Espera	○	⇨	☐	◗	▽	Espera	2	NO AGREGA VALOR	

RESUMEN								
	Cantidad	7	5	0	1	0	13	Fecha: 20 / 01 / 14
	Tiempo Total (s)	40	25		2		67	
	Tiempo AV (s)	35					35	
	Tiempo NV (s)	5	25		2		32	

Diagramado por: Juan Neyra

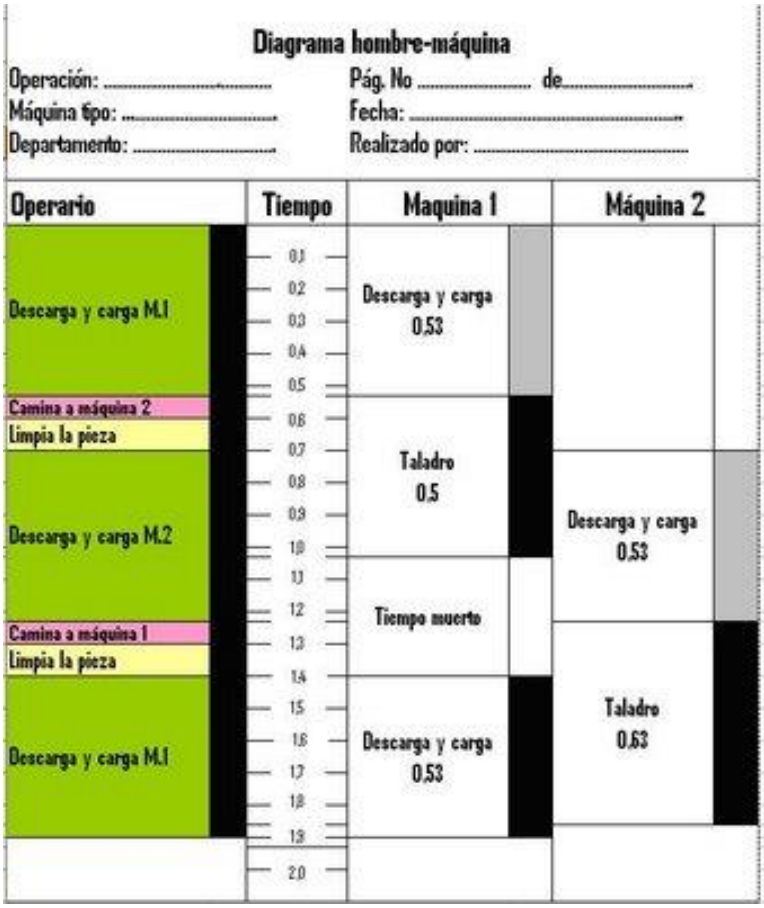
Hoja 1 de 1

Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS. Ingeniería industrial de Niebel

1.3.8 Diagrama hombre maquina

Para NIEBEL Y FREIVALDS, el Diagrama Hombre - Máquina es otra práctica que permite optimizar procesos productivos. La misma radica en evaluar detalladamente lo que ocurre entre el hombre y/o las máquinas que logre tener a su disposición cuando esté trabajando. Es decir, se evaluará exhaustivamente lo que realiza el operario de producción (trabajador) desde el momento en que inicia su jornada hasta que termina la actividad de producir o fabricar una o varios productos, con el propósito de identificar la efectividad del proceso y la eficiencia del operario de producción. Al realizar la evaluación también logra constatar el ocio del operario hacia la o las máquinas que tiene a su cargo (2014, p.35). Véase el ejemplo de la siguiente figura

Figura N° 18: Diagrama hombre - máquina



Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS. Ingeniería industrial de Niebel

1.3.9 Diagrama bimanual

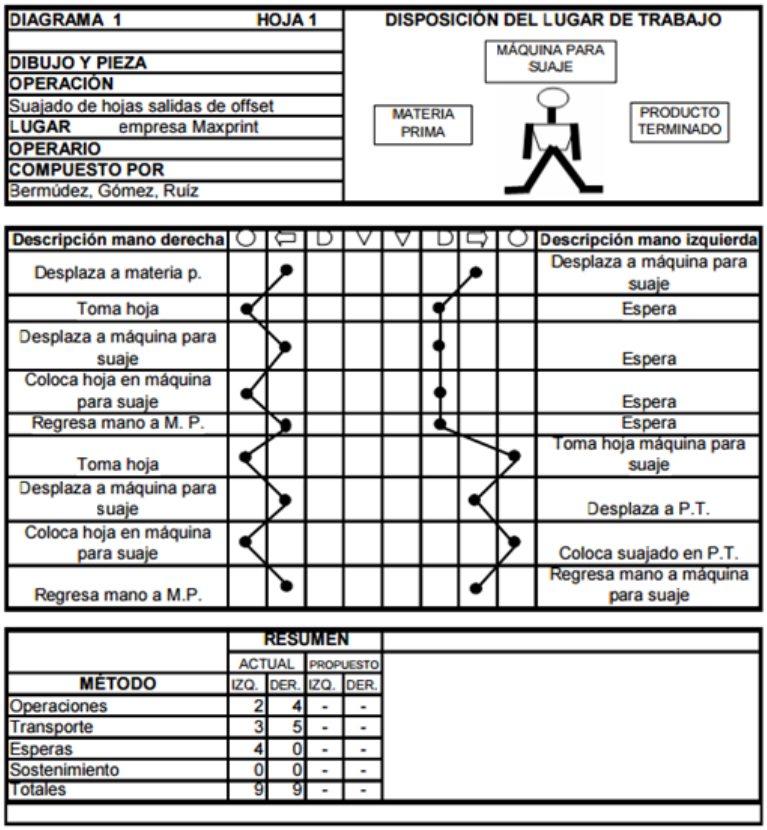
Para NIEBEL Y FREIVALDS, Este diagrama sirve especialmente para analizar operaciones o actividades repetitivas, y en ese caso se registra un solo ciclo de trabajo. Los símbolos utilizados son habitualmente los mismos que en los demás diagramas, sin embargo, se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que comprendan más detalles (2014, p.32).

El sentido de elaborar el diagrama bimanual, le permite al especialista obtener los pormenores del proceso analizado y gracias a ello puede estudiar cada elemento o actividad en relación con los demás, de esta manera tendrá la idea de las posibles mejoras que debe implementar. Cada idea se debe simbolizar gráficamente en un diagrama, puesto que así es mucho más fácil compararlas. El mejor método, es el que menos movimientos necesita para que se ejecute una

actividad. El diagrama bimanual se puede aplicar a una gran variedad de trabajos de ensamblaje, de elaboración a máquina y también de oficina.

La Metodología para la construcción de esta gráfica es preferente concentrar la atención en una sola mano y posteriormente en la segunda mano. Luego, hacer una pequeña lista de los movimientos de una mano antes de hacer de la otra, utilizándose los mismos símbolos que en los diagramas antes descritos. Los símbolos se colocan en numeración y se detallan por el orden en que se originan de arriba a abajo. Los movimientos que se realizan de la mano derecha y de la mano izquierda que suceden al mismo tiempo, deben poseer sus símbolos al lado uno del otro en el mismo sentido horizontal. Los intervalos entre los símbolos se vinculan por líneas verticales. Además, se debe hacer una descripción breve proporcionada a cada movimiento que realiza cada una de las manos.

Figura N° 19: Diagrama bimanual

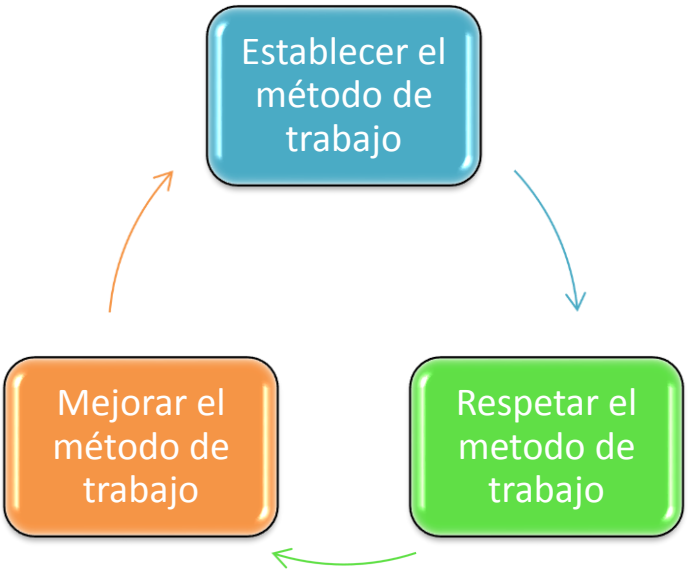


Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS. Ingeniería industrial de Niebel

1.3.10 Estandarización de operaciones

Para GARCIA, La necesidad de mejorar las actividades de un flujo productivo es para estandarizar el tiempo de cada actividad de trabajo. Cuya finalidad es evitar tiempos innecesarios que puedan ocasionar problemas en las actividades diarias dentro del proceso productivo (2009, p. 459). El ciclo de la estandarización está compuesto por tres elementos:

Figura N° 20: Ciclo de estandarización



Fuente: GARCIA, Roberto. Estudio del trabajo

Primera fase (Establecer el método de trabajo)

Para cumplir con esta fase es muy importante que exista un buen dialogo entre el colaborador y su jefe inmediato superior, para llegar a establecer una operación que permita el logro de los objetivos propuestos en la organización.

Segunda fase (Respetar el método de trabajo)

Es la fase más importante del ciclo de estandarización, ya que podemos encontrar el mejor flujo realizado. No obstante, esta no generará ningún beneficio si el operario no trabaja con los lineamientos de ella o no se encuentra motivado para la realización del mismo.

Tercera fase (Mejorar el método de trabajo)

En el momento de elaborador el diagrama, es importante que el operador busque como mejorar las actividades, ya que siempre hay una mejor manera de hacer las actividades. El operador debe presentar un nivel de conocimiento mínimo para el desarrollo el mismo.

1.3.11 Medición del trabajo

Para GARCIA, Este estudio se establece en la medición de los tiempos de las actividades que genera un proceso productivo. Considerando las tolerancias por fatiga, necesidades personales y demoras inevitables. (2005, p. 177).

Para NIEBEL y FREIVALDS, el estudio de tiempos es una forma de fijar estándares para una producción justa (2014, p. 37). Cabe resaltar la importancia que tienen los tiempos en un proceso productivo.

1.3.12 Tiempo Observado Promedio (TO).

Para MOORI, el Tiempo promedio del ciclo de una operación o actividad medido con un cronómetro centesimal en el área de trabajo. Asimismo, consiste en tomar el tiempo a la misma operación o tarea varias veces (esto dependiendo del tamaño de muestra, comúnmente son 5 o 10 veces), posteriormente se promedia. Se debe tener en cuenta la variación del tiempo de la operación. (2016 p. 43).

1.3.13 Factor de valoración

Para MOORI, es un valor subjetivo que refleja el ritmo de trabajo. Asimismo, es empleado para ajustar el tiempo observado a niveles normales, en función al criterio del analista sobre cuál es ritmo normal. La valoración es un factor y se determina así:

$$\text{Valoración} = \text{Ritmo observado} / 100.$$

También, conocido como tasa de desempeño o ratio de rendimiento (2016, p. 44)

1.3.14 Valoración del ritmo de trabajo.

Para MOORI, el ritmo de trabajo se clasifica de la siguiente manera

120 - Acelerado

115 - Rápido

110 - Optimo

105 - Bueno

100 - Normal

95 - Regular

90 - Lento

85 - Muy Lento

80 - Deficiente (2016, p. 44).

Método de valoración del ritmo de trabajo (Calificación del trabajador)

Según MOORI, El método que se utiliza comúnmente para calificar a los obreros es el sistema Westinghouse. En este método se toma en cuenta cuatro factores al evaluar la acción del operario, las cuales son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se concreta como "pericia en seguir un método entregado" y se puede explicar relacionándola con la calidad artesanal descubierta por la propia coordinación de la mente y las manos. Cabe resaltar que, la habilidad se admite como la eficiencia en seguir un método entregado, existiendo seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que simbolizan una evaluación de pericia aceptable.

El esfuerzo se concreta como una demostración de la voluntad para laborar con eficiencia. Es el empeño representativo de la rapidez con la que se emplea la habilidad, y que puede ser registrado en alto grado por el operario. Tiene seis clases representativas.

Las condiciones a las que se han hecho referencia en este procedimiento de acción son aquellas que afligen al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones son calificadas como normales o promedio. Cuando las condiciones se evalúan en igualación con la norma en que se hallan habitualmente en la estación de trabajo. Los

elementos que afectarían las condiciones de trabajo son los factores físicos: temperatura, ventilación, luz y ruido.

La consistencia del obrero debe evaluarse mientras se efectúa el estudio. Los valores elementales de lapso que se repiten constantemente indican, consistencia perfecta. Tal acción ocurre muy raras veces por la disposición a la dispersión debida a muchas variables, como la dureza del material, el afilado de la herramienta de corte, el lubricante, entre otras (2016, p. 46).

1.3.15 Tiempos Suplementarios.

Según MOORI, es el tiempo que se confiere al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la actividad. Los suplementos a concederse en un estudio de tiempos son:

- Suplementos por necesidades personales o básicas
- Suplementos por descanso o fatiga
- Suplementos por retrasos especiales (2016, p. 47).

Suplementos por necesidades personales o básicas.

Según MOORI, es el tiempo que se asigna al operario para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Es decir, el tiempo asignado es constante para un idéntico tipo de trabajo. En personas normales, fluctúa entre 5% y 7% (2016, p. 47).

Suplementos por descanso o fatiga.

Según MOORI, La fatiga es el estado de la actitud física o cerebral, real o imaginaria, de un ser humano, que influye en forma desfavorable en su capacidad de trabajo.

- Para trabajos ligeros, fluctúa entre 7% y 15%.
- Para trabajos medianos a pesados, fluctúa entre 12% y 40%

Factores que influyen a producir fatiga:

- Rendimiento del Trabajador
- Constitución del trabajador

- Tipo de trabajo
- Condiciones ambientales
- Monotonía y tedio
- Alimentación del individuo
- Tiempo trabajando
- Postura, ropa molesta
- Ausencia de descansos apropiados (2016, p. 48).

Suplementos por retrasos especiales.

Según MOORI, son tiempos incorporados a la naturaleza del trabajo y corresponden a:

- Demoras por inspección del trabajo realizado
- Demoras por dar o recibir instrucciones
- Demoras por fallas en las maquinas o equipos
- Demoras por falta de material, energía, etc.
- Demoras por variaciones en las especificaciones del material
- Demoras por elementos contingentes poco frecuente, estas fluctúan entre 1% y 12%. (2016, p. 48).

1.3.16 Tiempo Normal.

Para GARCÍA, tiempo solicitado por el operario normal para realizar una tarea cuando labora con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o situaciones inevitables, la fórmula del tiempo normal es:

$$TN = TO \times FV$$

Dónde:

TN: Tiempo Normal

TO: Tiempo Observado

FV: Factor de Valoración (2005, p. 179).

1.3.17 Tiempo estándar

Para CRUELLES, es el tiempo que requiere un operario de producción de tipo medio, plenamente calificado y capacitado, trabajando a un ritmo normal, para realizar una actividad según el método de trabajo establecido por la organización (2013, p. 14).

Para GARCÍA, entender la importancia que tienen el uso del estudio de tiempos, se debe entender lo que se quiere decir con el término estándar de tiempo. De acuerdo con su enunciación, es el tiempo requerido para fabricar un producto en un puesto de trabajo con las tres condiciones siguientes:

- Un operador calificado y bien capacitado,
- que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y
- hace una tarea específica.

Estas tres condiciones son fundamentales para comprender un estudio de tiempos, por lo que es necesaria una observación adicional. Asimismo, la fórmula para el tiempo estándar es:

$$TE = TN \times (1+S)$$

Dónde:

TE: Tiempo Estándar
TN: Tiempo Normal
S: Suplementos o Tolerancias (2005, p. 180).

1.3.18 Metodología 5S

Primera S: Seiri (Clasificar)

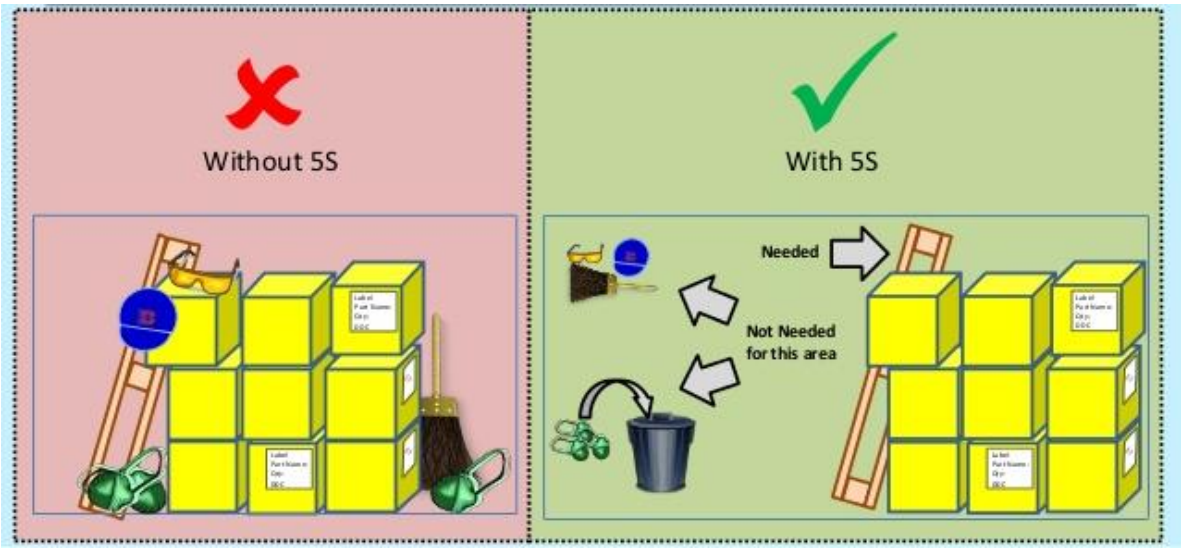
Para SANTOS, WYSK y TORRES (2015), se pretende organizar todo, es decir, separar lo que no sirve de lo que sirve para que posteriormente lograr clasificarlo. Sin embargo, se aprovecha la organización disponer de las herramientas, instrumentos, dispositivos, que permitan trabajar en los equipos sin alarmas En las fábricas se pueden encontrar diversos síntomas de desorganización:

- Los equipos y/o herramientas que no se utilizan suelen colocarse cerca de las paredes, en áreas de poco tránsito. Estos pueden durar mucho tiempo ahí y mientras no obstruyan en el funcionamiento normal de la planta, jamás se almacenan o se relegan.

- En alguna empresa sucede que algunos operarios tienen que sitiar máquinas y piezas para transitar de un área a otra. El problema empeora si el operario manipula cargas con un equipo.

- Otra fuente de desorganización es el acopio de piezas que se manipulan y son pertenecientes a máquinas o equipos que ya no se utilizan.

Figura N° 21 Diagrama de flujo para la fase de clasificación



Fuente: RODRÍGUEZ, Manual estrategia de las 5S

El primer mensaje es muy definitivo, se debe deshacer de todo lo que no se utiliza. Para alcanzarlo se pueden ordenar en 3 categorías:

- Los que se manejan habitualmente
- Los que es probable que se manipule
- Los que no se utilizarán jamás (p. 171).

Segunda S: Seiton (Ordenar)

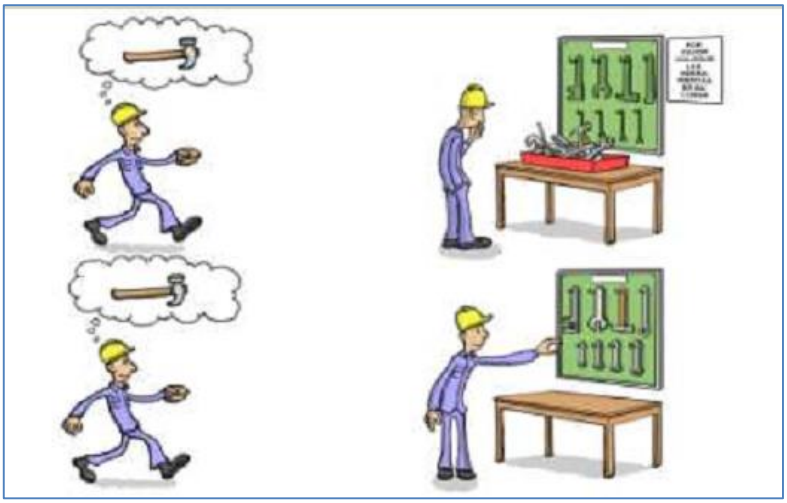
Para SANTOS, WYSK y TORRES (2015), este punto requiere que se haya cumplido la implementación de la primera S, debido a que no tendría ningún sentido ordenar objetos innecesarios. El propósito del orden es reducir las actividades que no agregan valor, entre ellas la búsqueda. Además, de facilitar el desplazamiento de objetos por la compañía. Dichas actividades podrían manifestarse como: el no hallar una herramienta, tener una caja con herramientas surtidas y desordenadas, entre otras. Sin embargo, esta fase puede suponer invertir considerable tiempo para conseguir mejoras. Por lo tanto, es favorable realizar esta actividad solo en los casos que son evidentes y urgentes.

- Reducir el tiempo de búsqueda y movimiento de herramientas, dispositivos e instrumentos.

- Mejora la identificación de los objetos ya sea en el puesto de trabajo o dentro de un almacén.

- Previene las pérdidas de materiales, materias primas, herramientas e instrumentos por deterioro (pp. 171 - 172).

Figura N° 22: Clasificación del orden



Fuente: RODRÍGUEZ, Manual estrategia de las 5S

Tercera S: Seiso (Limpieza)

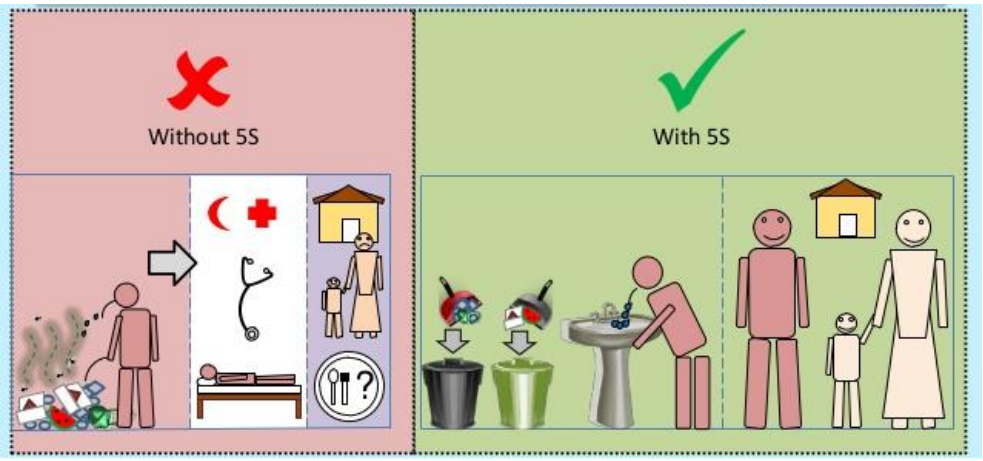
Para SANTOS, WYSK y TORRES (2015), este punto intenta establecer la limpieza en la empresa. La misma consiste en retirar el polvo, las virutas, la grasa, o el aceite de las zonas de trabajo. Por ende, Mantener tolo limpio y barrido. La falta de Limpieza puede manifestar riesgos. Por ejemplo: el aceite derramado en el suelo puede generar resbalones, la viruta puede incrustarse en la ropa. Asimismo, la falta de limpieza también facilita a que las averías se manifiesten. Por ejemplo: La suciedad oculta los indicadores de nivel de una máquina. Por consecuencia, puede ocasionar un desperfecto o reducir la vida útil de un aparato.

Realizar la limpieza con el propósito de que el operario de producción se identifique con su zona de trabajo y la máquina encargada, no se busca dejar brillando las máquinas y/o equipos o la zona de trabajo sino, por lo contrario, de enseñar al operario donde se localizan los focos de suciedad de su máquina y puesto de trabajo.

- Evitar la suciedad y el polvo que se adhiera al producto final ocasionándole problemas de calidad y se acumule en la zona de trabajo.

- Evita que cualquier tipo de agente de suciedad afecte el rendimiento de los equipos y maquinarias (pp. 172 - 173).

Figura N° 23: Instrumentos de limpieza



Fuente: http://co.globedia.com/ideas-negocio-relacionados-limpieza

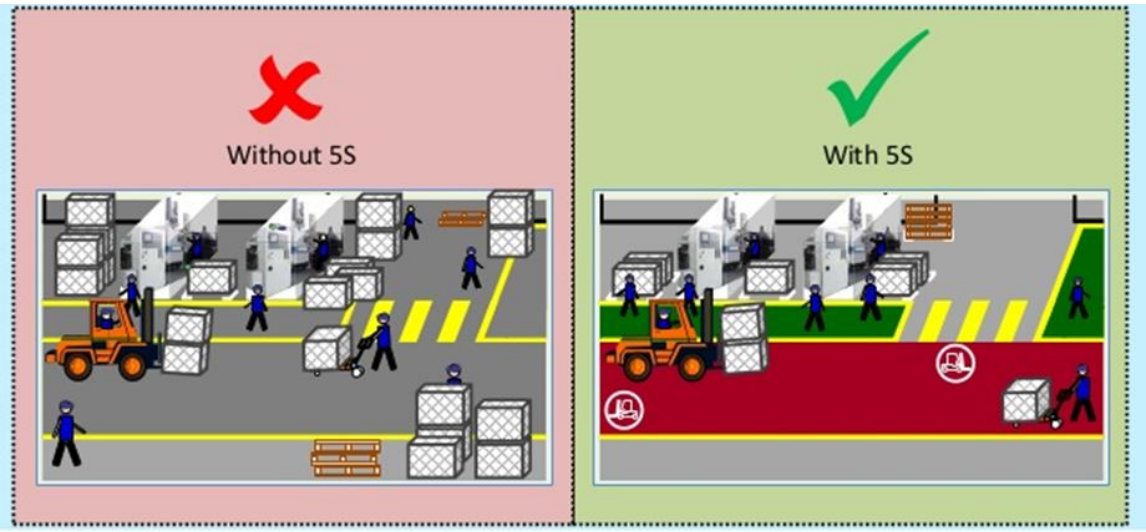
Cuarta S: Seiketsu (Estandarización)

Para SANTOS, WYSK y TORRES (2015), este punto no es una táctica y no persigue un objetivo concreto. La estandarización es un estado que se logra cuando se mantienen inspeccionados las 3 primeras S. En consecuencia, la clasificación, el orden y la limpieza se convierten en un hábito. Además, hay que agregar, que el objetivo ahora es que sea necesaria su aplicación. Para conseguir el objetivo planteado, el cual consiste en convertir la 3S anteriores en un hábito. Para conseguirlo se le debe asignar tareas y responsabilidades al trabajador.

A través de controles se inicia el establecimiento de los estándares de limpieza, asimismo, aplica y mantiene el nivel de referencia de limpieza alcanzado. De esta forma, esta S permite diferenciar fácilmente un contexto normal de otra anormal a través de normas sencillas y visibles para todo el personal.

- Minimizar las fuentes que ocasionan la suciedad y un mal ambiente en la zona de trabajo.
- Estandarizar y visualizar los procedimientos de operaciones y de mantenimiento diario (p. 174).

Figura N° 24: Ejemplo de estandarización



Fuente: http://normasjaponesas.blogspot.com

Quinta S: Shitsuke (Disciplina)

Para SANTOS, WYSK y TORRES (2015), este punto busca explicar lo importante que es la disciplina en la ejecución de las 5S para mantener el camino propuesto. Uno de los aspectos más importantes es la motivación organizacional. Así es que si los trabajadores deben saber de los beneficios que supone la tarea que se está cumpliendo. No obstante, sin disciplina el área de trabajo se volvería a ensuciar una y otra vez, se volverían a acumular los materiales que son innecesarios. Por esto, conviene tener claro al comienzo que esto sucederá si no existe la disciplina en la zona de trabajo, debido a que se pueden evitar gastos innecesarios por implementaciones que no se van a terminar.

Realizar una auto inspección de manera diaria en cualquier instante es bueno para examinar y analizar cómo está la metodología en la empresa. Así como también, establecer los formatos de control y comenzar su aplicación, para optimizar los estándares de las tareas y actividades realizadas con la finalidad de aumentar la confiabilidad el buen funcionamiento de los equipos, entrenando a todos los operarios para continuar la acción con autonomía.

- Cambiar los malos hábitos fomentando costumbres nuevas.
- Respetar los procedimientos de acuerdo a los deberes y responsabilidades.
- Desarrollar el liderazgo en el equipo de trabajo para fomentar mejoras (p. 175).

Figura N° 25: Seguimiento y disciplina

Fuente: http://espanol.istockphoto.com/stock-photo-5963750-checklist-on-clipboard.php

1.3.19 Productividad

La productividad es el cociente del uso eficiente de recursos en una empresa, su incremento refleja los resultados de las mejoras o modificaciones de los procesos o actividades en busca de mejores resultados. Así mismo, la productividad es la división entre salidas y una o más entradas o insumos. Sin embargo, mejorar la productividad representa mejorar la eficiencia. La misma mejora puede lograrse de dos formas: una disminución en la entrada mientras la salida permanece constante, o también, el aumento en la salida mientras la entrada permanece constante (RENDER Y HAIZER, 2007, p. 13).

Según lo antes escrito para evidenciar el incremento de la productividad debe producirse el aumento de las salidas siempre y cuando las entradas persistan constantes, pues así se demuestra que se puede generar más bienes o servicios empleando la misma cantidad de recursos, o también se puede demostrar mediante las salidas constantes de bienes o servicios, pero, oprimiendo las entradas utilizadas para su producción.

La productividad es un indicador que permite saber el rendimiento de una organización, empresa o país, concentrándose en mostrar el uso eficiente de los recursos y actividades. Para poder interpretar esta medida, es muy importante compararla con los resultados de ejercicios anteriores o con operaciones equivalentes del mismo sector (CHASE Y JACOBS, 2014, p. 300).

Tal como mencionan Chase y Jacobs, no se puede decir de un incremento o reducción de productividad si estos valores no son comparados con los resultados de ejercicios anteriores, está comparación permite identificar el rango de reducción o mejora de la eficiencia lograda en la organización.

Según GUTIERREZ (2010), el indicador de la productividad se mide con la siguiente fórmula (p. 23).

$$Productividad = Eficiencia\ x\ eficacia$$

Es decir, se multiplica el indicador de la eficiencia de los operarios de la línea de producción de pisos grating con el índice de eficacia de los objetivos de la línea mencionada para conseguir el nivel de productividad que la investigación está obligada a demostrar con resultados numéricos.

1.3.20 Tipos de productividad

Según JACOBS Y CHASE (2014, p. 30), la productividad se pronuncia también en forma de medidas totales, parciales y multifactorial.

> Productividad total: Se refiere a la división entre todos los productos y todos los insumos, con la finalidad de describir la productividad total de la compañía.
>
> Productividad parcial: Se refiere a la división entre el producto y un insumo único, dependiendo de la utilidad del evaluador.
>
> Productividad multifactorial: Se refiere a la división entre las salidas o productos y un grupo de insumos (no todos), ya sea energía, costo de mano de obra, tiempo, entre otros.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?

¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación Económica

La presente investigación conlleva a plantear alternativas de solución frente al problema existente en la empresa Mecánica Industrial Manuel, el cual tiene como finalidad evitar despilfarros de dinero. El estudio del trabajo implementado a la línea de fabricación de pisos grating repercute en los procesos de la empresa. Asimismo, el proyecto de investigación es factible y económicamente favorable para la empresa ya que busca reducir las actividades que no agregan valor y mejora el flujo de la línea de fabricación, por lo tanto, genera menores costos y mayores ganancias a la organización. Por consecuencia, se estima una reducción de costos de producción de 15%.

1.5.2 Justificación Técnica

La presente investigación tiene la relevancia de incrementar mayor conocimiento tanto teórico, como en la práctica. Así como también, contribuye a brindar conocimientos en los métodos de trabajo para el mejor desempeño de los trabajadores. Para lograr tener trabajadores calificados, motivados y muy eficientes. El desarrollo de esto permite tener costos operacionales más bajos. En consecuencia, se logra un buen ambiente para que las personas trabajen en un entorno favorable donde los mismos puedan contribuir con ideas y sugerencias hacia la mejora continua.

1.5.3 Justificación Social

La presente investigación es de gran importancia para la sociedad ya que actualmente en el país se cuenta con una gran cantidad de empleados en el sector metalmecánico que se quedarían sin trabajo si no nos enfocamos en en ser empresas exportadoras competitivas y con

un alto nivel de productividad para poder contar con mano de obra más económica y poder fidelizar a nuestros principales clientes.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

1.6.2 Hipótesis específicas

La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

1.7.2 Objetivos específicos

Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Por su finalidad

Según su finalidad es aplicada, como afirma VALDERRAMA (2013), este tipo de estudio está atado a la investigación científica y los conocimientos teóricos para logar una solución con el fin de beneficiar a la sociedad (p.164). Esto concuerda con la presente investigación, ya que tiene por finalidad la solución de la baja productividad en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

2.1.2 Por su nivel de investigación

El presente estudio muestra el nivel de investigación explicativo, porque están dirigidos a responder por las causas, los eventos y los fenómenos físicos y sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, además, busca medir y recolectar información independiente o conjunta sobre las variables de estudio (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 2006, p.108). Por ello, se busca analizar la relación de causa - efecto entre la aplicación del estudio del trabajo y la productividad en la línea de producción de pisos grating.

2.1.3 Por su enfoque

Según su enfoque es cuantitativo, como afirma VALDERRAMA (2013), este enfoque se caracteriza porque utiliza la recolección de datos y el análisis de los mismos para responder al problema de investigación (p. 106). Por esto, su análisis se basa en datos objetivos y medibles, para posteriormente ser evaluados estadísticamente y medir los resultados mediante indicadores. En el proyecto de investigación se va a medir la eficiencia y eficacia.

2.1.4 Por su diseño

Además, el tipo de diseño es Cuasi experimental, se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación, además consiste en administrar un estímulo o

tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cual es el nivel del grupo en estas variables. (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 2006, p.187). Es Cuasi experimental porque el investigador ha seleccionado la muestra para la aplicación de un estímulo en la línea de producción de los pisos grating.

2.1.5 Por su alcance

Es longitudinal con pre y pos prueba, dado que a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 2006, p.187). Además, se tomará una muestra antes y una después de la productividad para ver el efecto que tiene el estudio del trabajo en la línea de producción de los pisos grating.

G: O1 -- X -- O2

Donde:

O1: Observaciones pre-implementación

O2: Observaciones post-implementación

X: ESTUDIO DEL TRABAJO

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variable independiente

Estudio del trabajo:

Para KANAWATY, el estudio del trabajo permite mejorar los métodos de trabajo existentes para realizar actividades con la finalidad de emplear de manera eficiente los recursos de una organización (2010, p. 23).

Dimensión 1 Estudio de tiempos:

Para GARCIA, Este estudio se establece en la medición de los tiempos de las actividades que genera un proceso productivo. Considerando las tolerancias por fatiga, necesidades personales

y demoras inevitables. (2005, p. 177). Es la técnica a través de la cual se puede determinar el tiempo estándar de una actividad en un proceso productivo. Cuyo indicador es:

$$Te = \text{Tp}\ x\ Fv\ x\ (1 + S)$$

Dónde:

Te: tiempo estándar

Tp: tiempo promedio

Fv: Factor de valoración

S: Suplementos

Dimensión 2 mediciones de método:

Para CRUELLES, el estudio de métodos divide y separa las actividades que comprenden un proceso productivo en una parte razonable de operaciones (2013, p. 161). Es la técnica a través de la cual se puede simplificar las actividades de trabajo en un proceso productivo. Cuyo indicador es:

$$AAV = \frac{\sum Actividades\ AV}{\sum Total\ de\ Actividades}\ x\ 100\%$$

Dónde:

AAV: Actividades que agregan valor

AV: Agregan valor

2.2.2 Variable dependiente

Productividad:

Valor de la producción por unidad de mano de obra o de capital a favor de la organización (CRUELLES, 2013, p.10).

Dimensión 1 Eficiencia:

Se basa en la relación de los recursos utilizados y los resultados obtenidos para mejorar la eficiencia se debe optimizar el uso de los recursos, lo que significa reducir tiempo desperdiciados, paradas de máquinas, falta de material y retrasos (GUTIÉRREZ, 2014, p. 18). Cuyo Indicador es:

$$Ef = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$$

Dónde:

Ef: Eficiencia

Dimensión 2 Eficacia:

Es la relación entre los resultados obtenidos y las metas que se tienen fijadas, la eficacia está muy relacionada con cumplir los objetivos en un tiempo determinado. Por lo tanto, es el grado en el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planificados son alcanzados (GUTIÉRREZ Y DE LA VARA, 2013, p. 143).

Indicador:

$$E = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad programada}}\ x\ 100$$

Dónde:

E: Eficacia

2.2.3 Operacionalización

Tabla N°11: Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente: Estudio del trabajo	Permite mejorar los métodos existentes para realizar actividades con la finalidad de emplear de manera eficiente los recursos de una empresa (KANAWATY, 2010, p. 23).	El estudio del trabajo es una herramienta de la Ingeniería industrial mediante la cual medimos los tiempos de los procesos y analizamos los métodos de trabajo en aras de lograr mejoras.	Estudio de tiempos	$Te = \text{Tp } x\ Fv\ x\ (1 + S)$ Leyenda: Te: tiempo estándar Tp: tiempo promedio Fv: Factor de valoración S: Suplementos	Intervalo
			Medición de métodos	$\text{AAV} = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total de Actividades}} \text{x } 100\%$ Dónde: AAV: Actividades que agregan valor AV: Agregan valor	Razón
Variable Dependiente: Productividad	Valor de la producción por unidad de mano de obra o de capital (CRUELLES, 2013, p.10).	La productividad es un índice de medición un sistema productivo, se descompone en eficiencia y eficacia.	Eficacia	$E = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad programada}}\ x\ 100\%$ Leyenda: E: Eficacia	Razón
			Eficiencia	$Ef = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}\ x\ 100\%$ Leyenda: Ef: Eficiencia	Razón

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Para BERNAL, la población está constituida por el conjunto de elementos que forman parte del grupo a estudiar, por lo tanto, se refiere a todos los elementos que de forma individual podrían ser recibidos en la investigación (2010, p. 160). Cabe resaltar que la población del proyecto de investigación está compuesta por los días hábiles de la producción diaria de dos meses para el pre y post test, que comprende los meses de mayo a junio y de setiembre a octubre del 2018 de la línea de producción de pisos grating, la cual es de 51 días.

2.3.2 Muestra

Para BERNAL, Es la parte de la población que se escoge para rescatar la información y desarrollar el estudio. Además de observar y medir las variables de tratadas. (2010, p. 161). Asimismo, la muestra es igual a población de estudio. Por consecuencia, no se emplea técnica de muestreo para este proyecto de investigación. Esto significa que la muestra seleccionada es el total de la población, la cual está compuesta por la población del proyecto de investigación está compuesta por los días hábiles de la producción diaria de dos meses para el pre y post test, que comprende los meses de mayo a junio y de setiembre a octubre del 2018 de la línea de producción de pisos grating, la cual es de 51 días.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

Para BERNAL, en investigación científica existen muchas y diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de datos en el campo de acción de una determinada investigación (2010, p. 92). Con respecto al método y el tipo de investigación que se va a realizar en el proyecto de investigación, se emplea las siguientes técnicas. Se emplea dichas técnicas debido a que los datos son reales, así como también, la recolección de datos en los registros ha sido realizada en el campo de acción.

Tabla N°12 Técnicas de recolección de datos

Técnicas	Observación directa
	Análisis de contenidos

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados en la medición de la variable dependiente son instrumentos validados que se manejan en las plantas industriales del sector para el control de los indicadores del proyecto de investigación. Estos instrumentos son los siguientes:

Tabla N° 13 Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos	Cámara fotográfica
	Cronómetro
	Formatos observables
	Hojas de resultado

Fuente: Elaboración propia

Los formatos observables son los documentos que sirven para la recolección de datos de cada dimensión, a continuación, se detallan:

- Formato de estudio de métodos (Anexo 3).
- Formato de estudio de tiempos (Anexo 4).
- Formato de Cálculo del Número de Muestras (Anexo 5).
- Formato para el cálculo del Tiempo Estándar (Anexo 6).
- Formato de Medición de la Eficacia (Anexo 7).
- Formato de Medición de la Eficiencia (Anexo 8).

- Formato Técnica del Interrogatorio Sistemático (Anexo 9).
- Formato de auditoría 5S (Anexo 10).
- Formato para el registro de las tarjetas rojas (Anexo 11).
- Formato para el registro de elementos necesarios (Anexo 12).
- Formato de Asignación de la limpieza (Anexo 13).

2.4.3 Validez

Para BERNAL, El juicio de expertos es un método de validación ventajosa para verificar la fiabilidad de una investigación debido a que se conceptualiza como una opinión de personas con mucha trayectoria en el tema tratado en el proyecto de investigación y que además son reconocidas por otros como expertos cualificados y que pueden dar información precisa, evidencia, juicios oportunos y valoraciones (2010, p. 95).
Asimismo, el proyecto de investigación ha sido validado a través de juicio de expertos por los siguientes ingenieros son:

Tabla N°14 Juicio de expertos

Expertos	Opinión
MBA ING. Saavedra Farfán, Martin	Aplicable
MG. ING. Zeña Ramos, José	Aplicable
ING. Ramos Harada, Freddy	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Confiabilidad

Se representa como la exactitud de la medición de los datos a experimentar. Los datos extraes en el campo de acción son considerados primarios. La confiabilidad de los datos está dada por el jefe de producción de la organización a través de su firma.

2.5 Métodos de análisis de datos

Para HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, después de codificar los datos, se transfiere a una matriz, guardado en un archivo y el investigador procede a examinarlos, el análisis de los datos se desarrolla sobre una matriz de datos utilizando un programa informático (2006, p. 196). En el presente proyecto de investigación, para realizar el análisis de los datos se emplea la estadística mediante el software SPSS v. 23.

2.5.1 Análisis descriptivo

Trata de la recopilación, introducción y descripción de los datos a examinar, se emplean histogramas, medidas centrales como: la media, la moda, la mediana y la desviación estándar.

2.5.2 Análisis inferencial

Luego de recopilar y ordenar los datos, se agrupan en una matriz de Excel para que prontamente sean introducidos al software SPSS v. 23 y para su posterior análisis empleando estadísticas descriptivas como inferenciales de modo que describan en forma precisa la media, la moda, la desviación estándar dados en cuadros para su fácil lectura de la variable dependiente

2.6 Aspectos éticos

Se da cierta conveniencia de fuentes asignadas a este proyecto de investigación, por lo tanto, como investigador estoy comprometido a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados del campo de acción y de la identidad de los individuos que han formado parte en este estudio.
Asimismo, se debe respetar los principales aspectos éticos, los cuales son:

- Demostrar autenticidad en el proyecto de investigación.
- Evitar extraer información de procedencia dudosa.
- El proyecto contribuye de forma real al campo de acción.

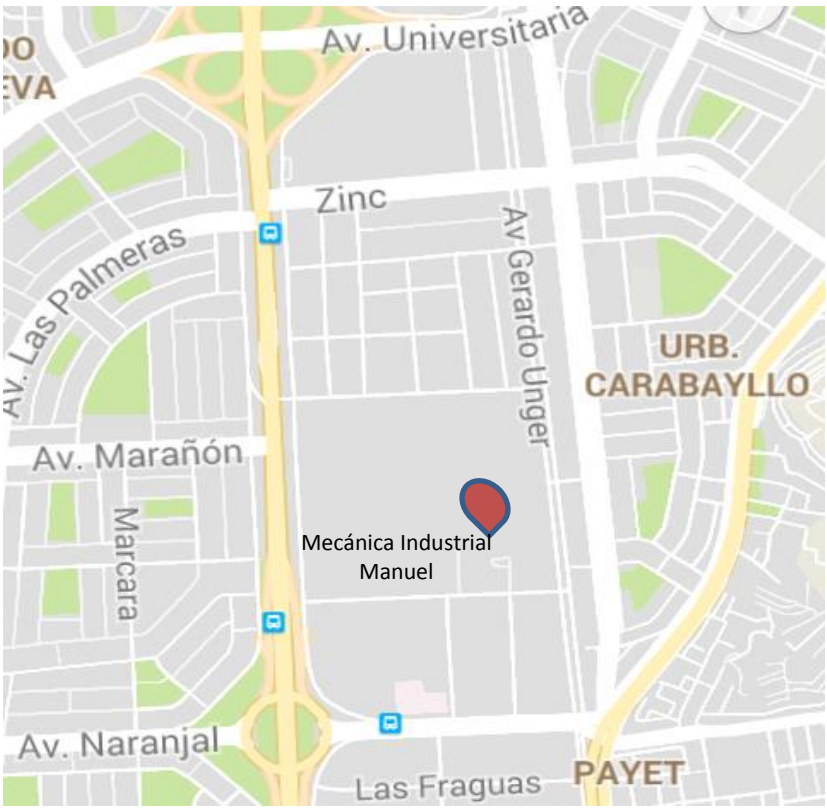
- Mostrar claridad en los objetivos y transparencia en el proyecto de investigación.
- Evitar manipular los objetivos del proyecto de investigación a nuestra conveniencia

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Situación actual

La empresa a estudiar pertenece al señor Juan Manuel Mostacero Muñoz, aparece en el registro de la SUNAT como personal natural con negocio, el cual lleva el nombre de Mecánica Industrial Manuel. El domicilio fiscal de la entidad se encuentra ubicada en prolongación la Fresas Manzana J lote 14, Urbanización Industrial Infantas, distrito de Los Olivos, departamento de Lima – Perú. Véase la ubicación en la siguiente figura.

Figura N° 26: Ubicación de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, La empresa Mecánica Industrial Manuel tiene como visión:
"Ser la empresa líder en servicio de prensado con una calidad de producto y servicio al cliente, comparables con las mejores empresas del mercado.
Afianzar nuestro liderazgo y prestigio en el Perú. Liderar a largo plazo los mercados industriales".

Además, La empresa Mecánica Industrial Manuel tiene como misión:
"Proveer al mercado nacional, una amplia variedad de servicios de prensado, acorde a las exigencias técnicas y comerciales de la industria. Ser proveedores estratégicos de nuestros clientes, brindándoles un servicio logístico eficiente y oportuno; con soporte técnico y productos de calidad, garantía y prestigio, a un precio razonable, que les permitan tener éxito en sus empresas".

También, La empresa Mecánica Industrial Manuel tiene como misión valores:

- Ética.
- Liderazgo.
- Trabajo en equipo.
- Mejora continua.
- Perseverancia.
- Tolerancia

Mecánica Industrial Manuel es una organización que viene brindando servicios desde hace más de 30 años. En sus inicios fue una empresa de capital peruano dedicada al servicio de mecánica de producción. En la última década viene produciendo los pisos grating y con el pasar de los años se ha convertido en el producto estrella, dado que le genera buenas ganancias. Atiende clientes como Fermar, Grating Perú, Grating Meiser, Repermetal Perú, entre otras.

Asimismo, está dedicada al rubro metalmecánico cuyo rubro principal producto principal es la fabricación de pisos grating y peldaños. Además, brinda servicios de prensado, torneado, fresado, taladrado, así como también diseña y produce matricería en general. Asimismo, tiene constituida una línea de producción para dicho producto.

Figura N° 27: Producto principal, Pisos grating

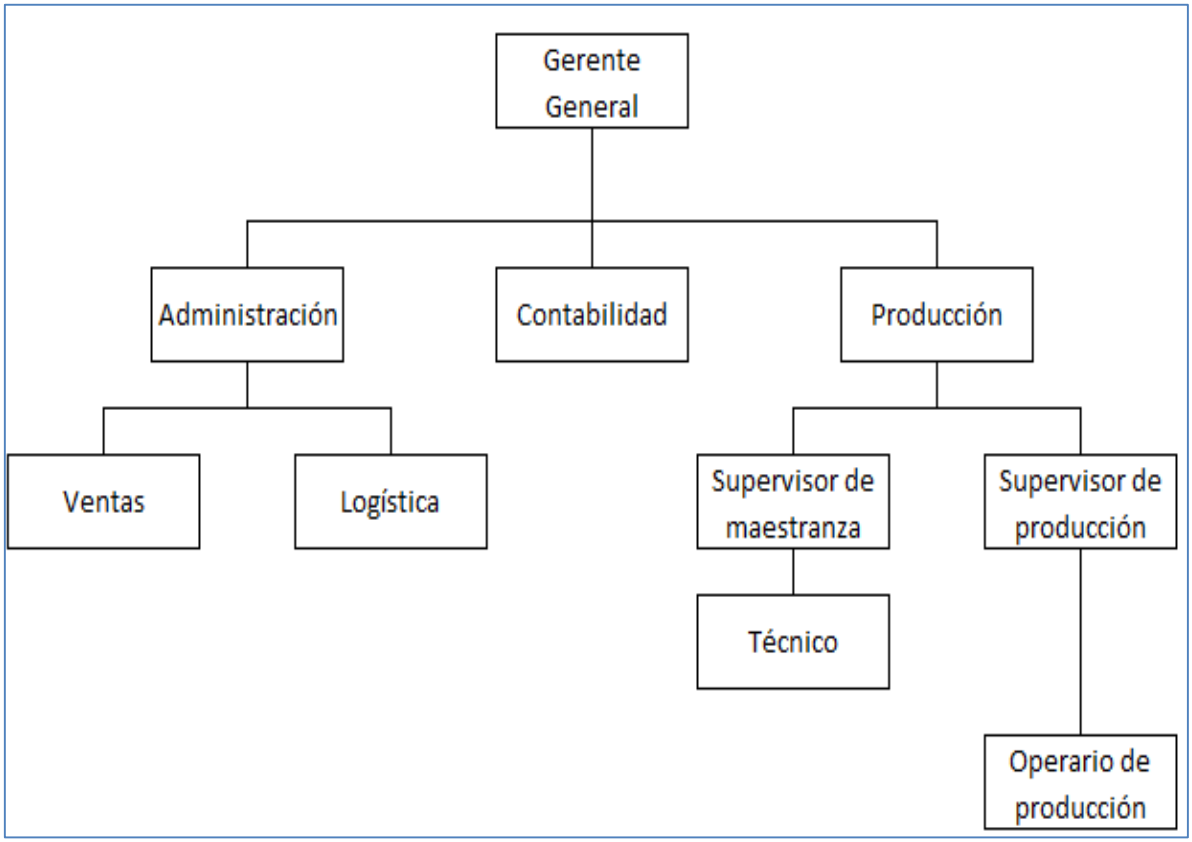
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, La empresa Mecánica Industrial Manuel presenta una organización vertical que viene desde el punto más alto donde se encuentra el gerente de producción llamado Juan Manuel Mostacero Muñoz. Un nivel más abajo se encuentra el jefe de producción José Miranda. Y finalmente en la parte más baja se encuentran a los operarios de diferentes áreas como: Al Tornero, Fresador, entre otros. En la siguiente figura se muestra la estructura de la empresa. Ahora se describe las funciones que tiene cada trabajador del mismo.

La gerencia: está encargada de planificar, organizar, dirigir y controlar todas las actividades de la organización, así como también, establecer políticas y normas generales que deben desarrollarse para la mejorar no solo la calidad de producto sino también la eficiencia de la

línea de fabricación. Ejerce el control y supervisión sobre todas las áreas de la organización y mantiene las expectativas de nuevas tecnologías para una posible incorporación en la línea de producción de pisos grating de la empresa. Asimismo, está encargada de hacer cumplir las políticas y normas hechas por la gerencia, asimismo, brinda soporte a todos los departamentos que soliciten su apoyo en actividades que benefician a la organización. Colabora con el control del personal, programa actividades de trabajo que deben ser realizadas en la línea de producción. Si bien es cierto programa la fabricación de los pisos grating, también organiza las actividades de los procesos, establece las prioridades y ejecuta la producción del producto bandera. Asimismo, controla la calidad de los materiales en el proceso productivo. Dentro de esta área se encuentran los puestos de trabajo que son necesarios para la fabricación de los pisos grating.

Figura N° 28: Organigrama



Fuente: Elaboración propia

Clasificación de los productos de la empresa

La empresa Mecánica Industrial Manuel fabrica diversas estructuras metálicas, que a continuación se detallan en la siguiente tabla. Sin embargo, para el estudio se ha seleccionado el producto piso grating.

Tabla N°15: Productos que elabora la empresa

Producto	Descripción
Pisos grating	
Peldaños	
Calderería	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16: Descripción de los productos que elabora la empresa

Producto	Descripción
Pisos grating	Es el producto con el mayor nivel de ventas, y consta de 4 operaciones para su fabricación (Habilitado, prensado, soldado, pintado)
Peldaños	Es el producto que se fabrica regularmente, sin embargo, no genera suficientes ingresos.
Calderería	Es el producto que se fabrica muy poco, sin embargo, genera ingresos regulares.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, se muestra en la siguiente tabla con el propósito de mostrar la cantidad de estructuras metálicas que ha adoptado y vendido la empresa Mecánica Industrial Manuel durante 3 meses, comprendidos desde abril hasta junio del 2018.

Tabla N°17: Producción de estructuras metálicas de la empresa

Tipo de producto	N° de partes	Cantidad producida			Total
		Abril	Mayo	Junio	
Pisos grating	92	25	25	25	75
Peldaños	20	40	30	40	110
Calderería	4	2	4	2	8

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, las ventas de las estructuras producidas han generado ingresos monetarios a la empresa Mecánica Industrial Manuel, en ese sentido se muestra la siguiente tabla con el

objetivo de indicar el porcentaje de participación de la fabricación de los pisos grating sobre las ganancias generadas por las mismas.

Tabla N°18: Porcentaje de participación de los pisos grating

Producto	Cantidad producida	Precio	Total	Participación
Pisos grating	75	S/1,000.00	S/75,000.00	66.4%
Peldaños	110	S/200.00	S/22,000.00	19.5%
Calderería	8	S/2,000.00	S/16,000.00	14.2%

Fuente: Elaboración propia

Los pisos grating son aquellos que tienen un nivel de ventas del 66.4% con respecto al total de servicios brindados al mes. No obstante, los procesos de cada uno de estos tienen actividades similares, de tal modo es el producto de interés para aplicar las mejoras.

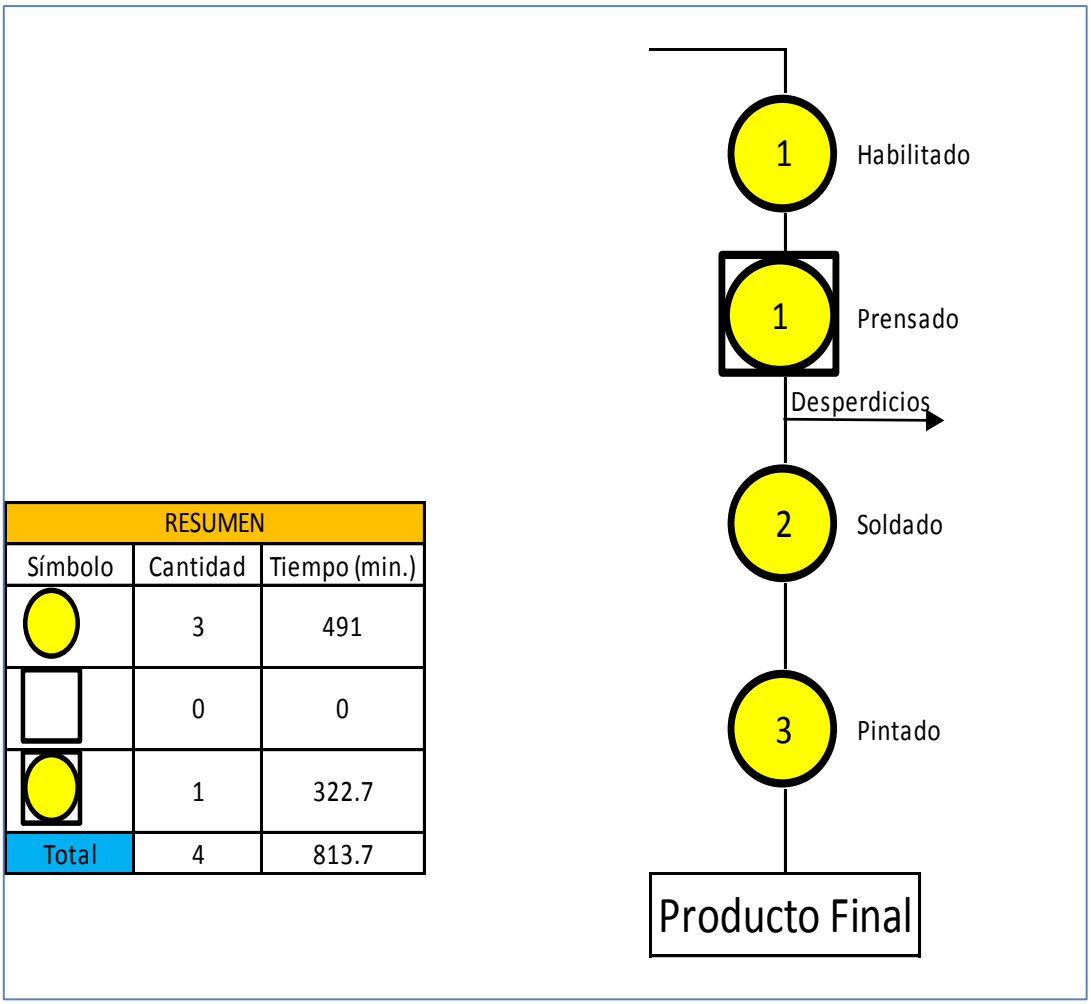
Evaluación de la línea de producción de pisos grating

Para poder evaluar la actual línea de fabricación de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, se aplicó una entrevista con el jefe de producción de dicha empresa, el señor José Miranda. Debido a que es la persona encargada de la línea de fabricación de los pisos grating y a quien se le solicitó la autorización respectiva para la recolección de datos en la entidad. La entrevista sirvió para ampliar la visión que tenía de todo el proceso de fabricación facilitándose toda la información pertinente con respecto a la organización y de este modo lograr distinguir los problemas que se pueden solucionar en dicha empresa. Los pisos grating que se elaboran en la línea de producción son esencialmente de acero ASTM A-36. Asimismo, La producción del mismo representa un 66.4% de la comercialización de la empresa. El área de la empresa es de 250 m2 donde se encuentra el área de habilitado, prensado, pintado soldadura, maestranza, y las oficinas de administración y gerencia. Dentro de las actividades operativas se encuentra 4 procesos de la línea de producción de pisos

grating. Dichos procesos son habilitado, prensado, soldadura y pintado, en la cual se obtiene el producto final.

Descripción de la línea de producción

Figura N° 29: Diagrama de operaciones de proceso



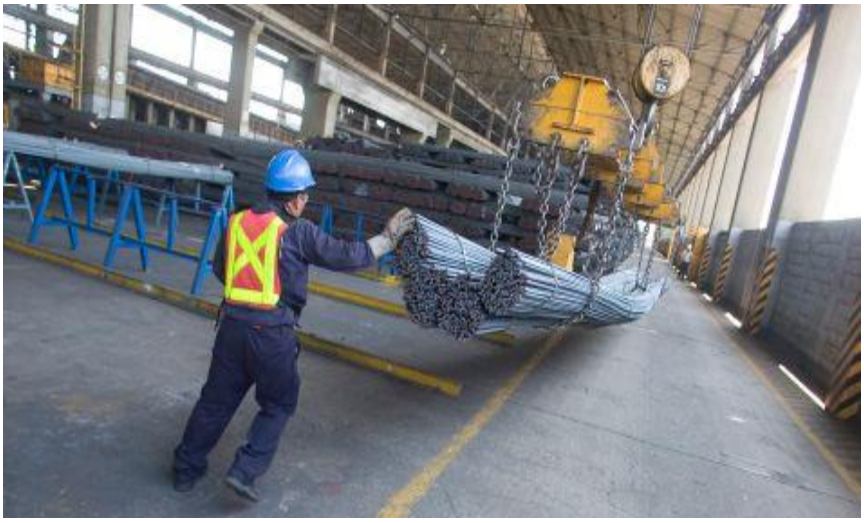
RESUMEN		
Símbolo	Cantidad	Tiempo (min.)
	3	491
	0	0
	1	322.7
Total	4	813.7

Fuente: Elaboración propia

Habilitado: Este proceso comprende desde la solicitud hasta la entrega al siguiente proceso. Aquí el operario de producción solicita en primer lugar la orden de trabajo que se lo entrega el jefe de producción, luego selecciona su material que se encuentra en la zona de descarga,

realiza las mediciones pertinentes con su calibrador. Luego transporta la carga manualmente, es decir platina por platina hasta la zona de prensa. Esta actividad se realiza de forma repetitiva cada vez que existe una orden de fabricación.

Figura N° 30: Habilitado

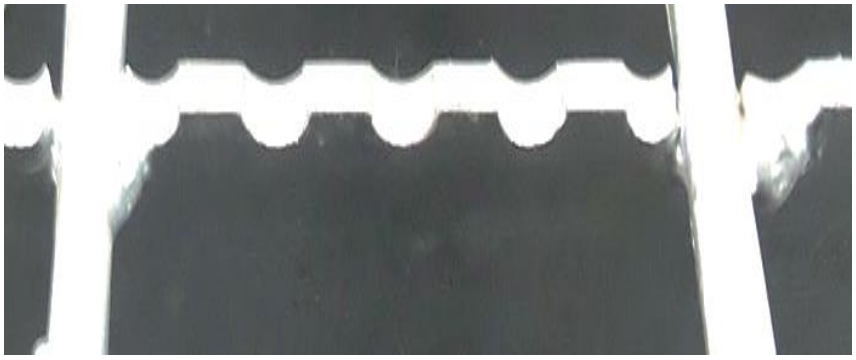


Fuente: Elaboración propia

Prensado: este proceso se lleva a cabo a partir que el material es montado sobre los caballetes y comprende hasta que es transportado hasta la zona de soldadura. Aquí la primera actividad es cortar las platinas a longitudes según indicadas en el plano que se encuentra anexado a la orden de fabricación. Para ello el operador primero selecciona su matriz de corte dentro de todas las matrices que se encuentran en el stand de las mismas. Luego de encontrar su matriz procede a revisarla y si se encuentra en buen estado se procede a programar en la prensa excéntrica. Para ello selecciona sus herramientas. Una vez montada la matriz de corte se procede a colocar el tope según la medida que indica el plano. Luego se procede a ejecutar el prensado de las platinas. Culminada la acción anterior, ahora se procede a desmontar dicha matriz y luego se guarda la matriz en el stand de matrices. El siguiente paso es realizar los piquetes que llevan las platinas para la unión de las piezas. Para ello primero busca la matriz de piquetes que se encuentra en el stand del mismo. Luego de encontrar su matriz procede a revisarla y si se encuentra en buen estado se procede a programar en la prensa excéntrica, de lo

contrario se repara. Para realizar la programación selecciona sus herramientas. Una vez montada la matriz de piquetes se procede a ejecutar el prensado de las platinas. Culminada la acción anterior, ahora se procede a desmontar dicha matriz y luego se guarda la matriz en el stand de matrices.

Figura N° 31: Prensado



Fuente: Elaboración propia

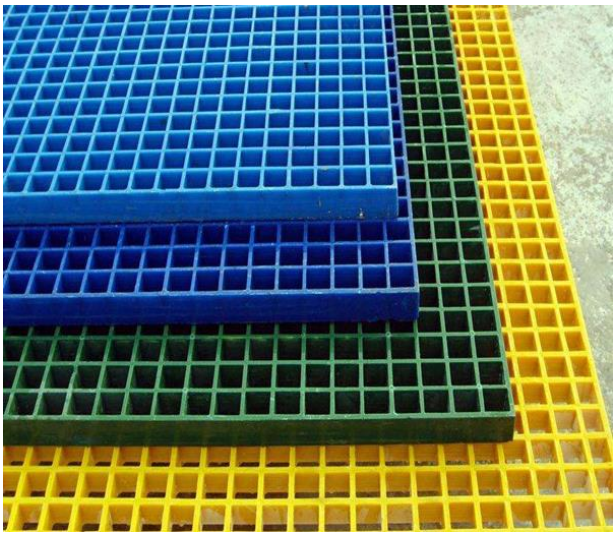
Soldadura: este proceso consiste en la unión de metales a través de una fuente de calor. Asimismo, se lleva a cabo a partir de la carga del material en la mesa de trabajo hasta la zona de pintura. Aquí la primera actividad es montar el material sobre la mesa de trabajo para su posterior armado. Primero se suelda el marco en "L", luego se colocan los peines introduciéndolos en las ranuras del peine. Una vez terminada dicha actividad se empieza a apuntalar las platinas junto con las varillas. Culminada dicha acción se procede a colocar la segunda "L" del marco del piso grating. Luego se procede a asegurar la estructura soldándola por la parte posterior en cada unión que existe entre la platina y la varilla. Se acordona también las platinas con el marco. Se procede a desmontar el piso grating de la mesa de trabajo utilizando una amoladora. Terminada dicha actividad se baja de la mesa con la ayuda de otros dos operarios. No obstante, dicha actividad podría causar molestias lumbares a los trabajadores en un futuro no muy lejano. Asimismo, con la ayuda de dos rodillos el piso grating es trasladado hasta la zona de pintura.

Figura N° 32: Soldado

Fuente: Elaboración propia

Pintado: este proceso consiste en agregar una capa de anticorrosivo sobre el metal base del piso grating. Se lleva a cabo a partir 3 horas después del aseguramiento debido a que no se puede pintar cuando está caliente. Se procede a preparar el anticorrosivo en un recipiente, se ejecuta el pintado, luego con la ayuda de dos personas se voltea el piso, para luego ser pintado por la parte posterior. Culminada dicha acción deje secar por dos horas y luego es transportado hacia la zona de descarga a través de unos polines que sirven como ruedas.

Figura N° 33: Pintado



Fuente: Elaboración propia

2.7.1.1 Pre – test: Variable independiente

Medición de métodos:

En primer lugar, se procede a registrar las actividades de trabajo de la línea de producción de pisos grating, para el levantamiento de información se emplea el formato de medición de métodos que se elaboró en el desarrollo del proyecto de investigación. Asimismo, el investigador anota y describe cada actividad que realizan los operarios de producción de la línea de fabricación de pisos grating desde que empieza el proceso hasta la culminación del producto final. Esta comprende tareas específicas en la zona de trabajo de habilitado, prensado, soldadura y pintura.

Tabla N° 19: Medición de métodos de la línea de producción de pisos grating

I. Información General

		Num.	(min)
Línea	Pisos grating	69	587
Variable dependiente	Estudio del trabajo	13	112
Dimensión	Medición de métodos	5	10
		8	62
		6	27
		0	0
VA = Valor Agregdo	NVA = No Valor Agregado	Total 101	798

Descripción			Oper.	Trans.	Insp.	Demo.	Comb.	Alm.	Tiempo	Obs.
It.	Operación	Actividad	○	⇨	□	D	◎	▽	Min.	
1	Habilitado	Ir a la oficina de producción	○	⇨	□	D	◎	▽	3.00	NAV
2		Coger lapicero	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
3		Anotar el requerimiento	●	⇨	□	D	◎	▽	1.00	AV
4		Entregar solicitud	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
5		Esperar la impresión de la OF	○	⇨	□	●	◎	▽	2.00	NAV
6		Esperar busqueda de plano	○	⇨	□	●	◎	▽	3.00	NAV
7		Verificación de OF y plano	○	⇨	●	D	◎	▽	2.00	NAV
8		Ir a la zona de habilitado	○	⇨	□	D	◎	▽	2.00	NAV
9		Coger lapicero	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	NAV
10		Anotar el requerimiento de materiales	●	⇨	□	D	◎	▽	1.00	NAV
11		Colocarse EPP	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
12		Ir al andamio de materiales	○	⇨	□	D	◎	▽	1.00	NAV
13		Coger calibrador	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
14		Medir los materiales	○	⇨	●	D	◎	▽	2.00	NAV
15		Guardar el calibrador	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
16		Habilitar material	○	⇨	□	D	◎	▽	35.00	NAV
17		Llevar OF y plano al prensador	○	⇨	□	D	◎	▽	2.00	NAV

18		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
19		Verificar el plano	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
20		Ir al stand de postizos y matrices	○	■	□	D	◯	▽	1.00	NAV
21		Selección de matriz de corte	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
22		Verificar la matriz de corte	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
23		Llevar la matriz hacia la prensa	○	■	□	D	◯	▽	1.00	NAV
24		Buscar herram. para la programación	○	⇨	□	●	◯	▽	13.00	NAV
25		Colocar las paralelas	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
26		Coger toma	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
27		Enroscar el perno	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
28		Ajustar la toma	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
29		Colocar la matriz sobre las paralelas	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
30		Centrar la matriz	○	⇨	□	D	●	▽	2.00	AV
31		Bajar la volante de la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
32		Regular altura	○	⇨	□	D	●	▽	5.00	AV
33		Colocar bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
34		Ajustar el bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
35		Coger los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
36		Colocar los sujetadores en la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
37		Nivelar la altura de los sujetadores	○	⇨	□	D	●	▽	3.00	AV
38		Ajustar los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
39		Subir la volante de la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
40	Prensado	Buscar tope	○	⇨	□	●	◯	▽	3.00	NAV
41		Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
42		Colocar el tope externo	○	⇨	□	D	●	▽	6.00	AV
43		Soldar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
44		Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
45		Prensado de platinas	●	⇨	□	D	◯	▽	140.00	NAV
46		Buscar la amoladora y disco	○	⇨	□	●	◯	▽	8.00	NAV
47		Cambiar disco de la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	4.00	AV
48		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV

49		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◙	▽	5.00	AV
50		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	1.00	AV
51		Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◙	▽	2.00	AV
52		Colocar el tope para la varilla	○	⇨	□	D	●	▽	6.00	AV
53		Soldar el tope para la varilla	●	⇨	□	D	◙	▽	3.00	AV
54		Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◙	▽	1.00	AV
55		Prensado de varillas	●	⇨	□	D	◙	▽	12.00	AV
56		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	1.50	AV
57		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◙	▽	5.00	AV
58		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	1.00	AV
59		Desprogramar la matriz	●	⇨	□	D	◙	▽	20.00	AV
60		Llevar matriz al stand	○	●	□	D	◙	▽	1.00	NAV
61		Trasladar el mat. hacia el soldado	○	●	□	D	◙	▽	35.00	NAV
62		Llevar OF y plano al soldador	○	●	□	D	◙	▽	2.00	NAV
63		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◙	▽	0.50	AV
64		Verificar el plano	○	⇨	●	D	◙	▽	2.00	NAV
65		Subir material hacia la mesa	●	⇨	□	D	◙	▽	15.00	NAV
66		Soldar la mitad del marco	●	⇨	□	D	◙	▽	5.00	AV
67		Coger los dispositivos de separación	●	⇨	□	D	◙	▽	1.00	AV
68		Apuntalar los dispositivos de separación	●	⇨	□	D	◙	▽	6.00	AV
69		Colocar las platinas en los dispositivos	●	⇨	□	D	◙	▽	30.00	AV
70		Colocar las varillas en los canales	●	⇨	□	D	◙	▽	10.00	AV
71		Apuntalar la estructura	●	⇨	□	D	◙	▽	75.00	AV
72		Soldar la otra mitad del marco	●	⇨	□	D	◙	▽	5.00	AV
73	Soldado	Buscar la amoladora y disco	○	⇨	□	●	◙	▽	8.00	NAV
74		Cambiar disco de la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	4.00	AV
75		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	1.50	AV
76		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◙	▽	5.00	AV
77		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◙	▽	1.00	AV
78		Voltear el piso para asegurar	●	⇨	□	D	◙	▽	15.00	AV

79		Soldar la estructura	●	⇨	□	D	⬡	▽	130.00	AV
80		Enfriamiento	○	⇨	□	D	⬡	▽	15.00	NAV
81		Bajar el piso y colocarlos sobre rodillos	●	⇨	□	D	⬡	▽	5.00	AV
82		Trasladar el piso hacia el pintado	○	⇨	□	D	⬡	▽	12.00	NAV
83		Llevar OF y plano al soldador	○	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	NAV
84		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
85		Coger la pintura	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
86		Colocar la pintura en un recepiente	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
87		Coger el thinner	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
88		Colocar el thinner en el mismo recipiente	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
89		Coger varilla	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
90		Mover hasta diluir	○	⇨	□	D	⬡	▽	5.00	AV
91		Coger la pistola de pintar	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
92	Pintado	Abrir la pistola de pintar	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
93		Colocar la pintura en el deposito de la pistola	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
94		Cerrar la pistola de pintar	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
95		Encender la compresora	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
96		Pintado de una cara	●	⇨	□	D	⬡	▽	8.00	AV
97		Voltear el piso para pintar	●	⇨	□	D	⬡	▽	15.00	AV
98		Pintado de la segunda cara	●	⇨	□	D	⬡	▽	8.00	AV
99		Apagar la compresora	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
100		Secado	○	⇨	□	D	⬡	▽	10.00	NAV
101		Traslado a la zona de despacho	○	⇨	□	D	⬡	▽	15.00	NAV
Total			70	13	5	8	6	0	798.00	

Fuente: Elaboración propia

Se concluye en esta primera etapa que existen un total de 101 actividades en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel. Las mismas que estas están distribuidas de la siguiente manera: 69 operaciones, 13 transportes, 5 inspecciones, 8 demoras y 6 operaciones combinadas. No obstante, dicha dimensión se mide con la siguiente fórmula:

$$AAV = \frac{\sum Actividades\ AV}{\sum Total\ de\ Actividades} x\ 100\%$$

Por lo tanto, se calcula el siguiente indicador

$$AAV = \frac{71}{101} x\ 100\%$$

$$AAV = 70.3\%$$

Es decir, la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel tiene un AAV de 70.3%. En la siguiente tabla se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos.

Estudio de tiempos:

En segundo lugar, se procede a tomar los tiempos de todas las actividades de trabajo de la línea de producción de pisos grating que se identificaron en la medición de métodos. Asimismo, para el levantamiento de información pertinente para el estudio se emplea el formato de medición de tiempos que se elaboró en el desarrollo del proyecto de investigación. En la siguiente tabla se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos.

La siguiente tabla se muestra los tiempos observados de las 4 operaciones que intervienen en la línea de fabricación de pisos grating. Se observaron 30 tomas realizados en los intervalos de los meses de mayo a junio del 2018, esto según la cantidad de m2 que fue demandado.

Tabla N° 20: Toma de tiempos en la línea de producción de pisos grating

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Toma 11	Toma 12	Toma 13	Toma 14	Toma 15
1	habilitado	56.7	57.8	58.8	55.7	57.8	57.8	57.8	57.8	58.8	55.7	56.7	55.7	56.7	56.7	55.7
2	prensado	315.0	316.1	319.2	316.1	319.2	315.0	318.2	319.2	318.2	317.1	319.2	315.0	318.2	316.1	319.2
3	soldado	350.7	349.7	346.5	350.7	349.7	346.5	348.6	350.7	346.5	348.6	347.6	348.6	348.6	348.6	347.6
4	pintado	75.6	76.7	77.7	78.8	76.7	78.8	75.6	75.6	76.7	78.8	76.7	78.8	77.7	75.6	77.7
ciclo en minutos		798.0	800.1	802.2	801.2	803.3	798.0	800.1	803.3	800.1	800.1	800.1	798.0	801.2	797.0	800.1
ciclo en horas		13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.3	13.3

Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 16	Toma 17	Toma 18	Toma 19	Toma 20	Toma 21	Toma 22	Toma 23	Toma 24	Toma 25	Toma 26	Toma 27	Toma 28	Toma 29	Toma 30
1	habilitado	55.7	55.7	56.7	56.7	58.8	55.7	58.8	58.8	57.8	57.8	58.8	55.7	56.7	57.8	55.7
2	prensado	318.2	316.1	316.1	319.2	317.1	315.0	319.2	319.2	318.2	316.1	319.2	318.2	315.0	316.1	316.1
3	soldado	347.6	346.5	346.5	349.7	349.7	348.6	350.7	347.6	348.6	347.6	350.7	350.7	347.6	347.6	347.6
4	pintado	78.8	77.7	76.7	76.7	77.7	75.6	77.7	78.8	76.7	75.6	75.6	77.7	76.7	77.7	78.8
ciclo en minutos		800.1	795.9	795.9	802.2	803.3	794.9	806.4	804.3	801.2	797.0	804.3	802.2	795.9	799.1	798.0
ciclo en horas		13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.2	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3

Fuente: Elaboración propia

Al efectuar la comparación entre estos dos días, se aprecia que hay una variación de aproximadamente 13 minutos para la producción de un piso grating; lo cual revela que es necesario realizar un estudio de tiempos en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel. En la siguiente tabla se presenta la aplicación de la fórmula de Kanawaty para conocer el número de datos o muestras requeridas para ejecutar el posterior cálculo del tiempo estándar.

Tabla N°21: Cálculo de muestras para la toma de tiempos

I. Información General				
Línea				Pisos grating
Variable dependiente				Estudio del trabajo
Elaborado				Charles Vargas
Operación		$\sum x$	$\sum x$^2	$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2$
1	Habilitado	1712.6	97802	2
2	Prensado	9519.3	3020645	4
3	Soldado	10455.9	3644256	1
4	Pintado	2315.3	178719	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia la cantidad de muestras que se deben tomar para el cálculo del tiempo estándar. Asimismo, dichas muestras han sido tomadas en el periodo de mayo a junio del 2018, teniendo en cuenta solo el número que corresponde a cada operación.

Tabla N° 22: Toma de tiempos observados en la línea de producción de pisos grating

I. Información General							
Línea				Pisos grating			
Variable dependiente				Estudio del trabajo			
Elaborado				Charles Vargas			
Operación		1	2	3	4	5	Promedio
1	Habilitado	56.7	57.8				57.2
2	Prensado	317.1	316.1	318.2	318.2		317.4
3	Soldado	348.6					348.6
4	Pintado	77.2					77.2

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el tiempo observado se procede a calcular el tiempo estándar según las consideraciones de la tabla de Westinghouse, la cual nos brindará datos importantes a considerar de la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia del trabajo realizado, y que deben estar presentes para el cálculo del tiempo estándar. A continuación, se muestra el cálculo del tiempo estándar de la línea de fabricación de pisos grating (Pre – Test) que, a su vez, se mide con la siguiente fórmula:

$$Te = \text{Tp}\ x\ Fv\ x\ (1 + S)$$

Dónde:

Te: tiempo estándar

Tp: tiempo promedio

Fv: Factor de valoración

S: Suplementos

Tabla N° 23: Cálculo del tiempo estándar de la línea de producción de pisos grating

Formato para estudio de tiempos

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Promedio del tiempo observado	Westinghouse				Factor de Valoración	Tiempo Normal	Suplementos		Total suplementos	Tiempo Estándar min.	Tiempo Estándar horas
			H	E	CD	CS			NP	F			
1	Habilitado	57.20	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	51.38	0.05	0.08	0.13	58.06	0.97
2	Prensado	317.40	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	285.58	0.05	0.08	0.13	322.70	5.38
3	Soldado	348.60	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	313.68	0.05	0.08	0.13	354.46	5.91
4	Pintado	77.20	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	69.46	0.05	0.08	0.13	78.49	1.31
Total												813.70	13.56

Fuente: Elaboración propia

Se concluye en esta primera etapa que el tiempo estándar de las actividades en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 813.7 minutos

por la producción un piso grating de 5 m2. Una vez calculado el tiempo estándar, se procede al calcular la capacidad instalada con el fin de obtener datos de la capacidad real y teórica para el cálculo de los indicadores de pre - test.

$$Capacidad\ Instalada = \frac{N°\ trabajadores\ \ x\ \ días\ lab\ semanal\ x\ Tiempo\ labora\ c/trab.}{Tiempo\ Estándar}$$

Tabla N° 24: Cálculo de la capacidad instalada Teórica

Número de trabajadores (día)	Minutos de trabajo diario por trabajador	Núm. de trabajadores de tiempo parcial (día)	Minutos de trabajo diario por trabajador parcial	Minutos laborados por día	Tiempo estándar (minutos)	Capacidad instalada por semana (unid. / día)
2	480	1	240	1200	813.7	1.50

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior, muestra los cálculos para determinar la cantidad de unidades diarias que la empresa puede producir en un día de trabajo, según la capacidad teórica obtenida la empresa esta apta para organizar 1.50 unidades de pisos grating, cuyo redondeo no se aproxima a 1.5 unidad, ya que las horas de diferencia son significativas para un redondeo de unidad. Una vez obtenida la capacidad teórica, se procede a calcular la capacidad real diaria de la empresa, con un factor de valoración del 1000%, dando como resultado los datos de la siguiente tabla.

$$Unidades\ planificadas = Capacidad\ instalada\ x\ Factor\ de\ Valoración$$

Tabla N° 25: Cálculo de la capacidad instalada real

Capacidad instalada Teórica (unid. / día)	Factor de valoración	Cantidad Planificada (unid. / día)
1.5	1	1.50

Fuente: Elaboración propia

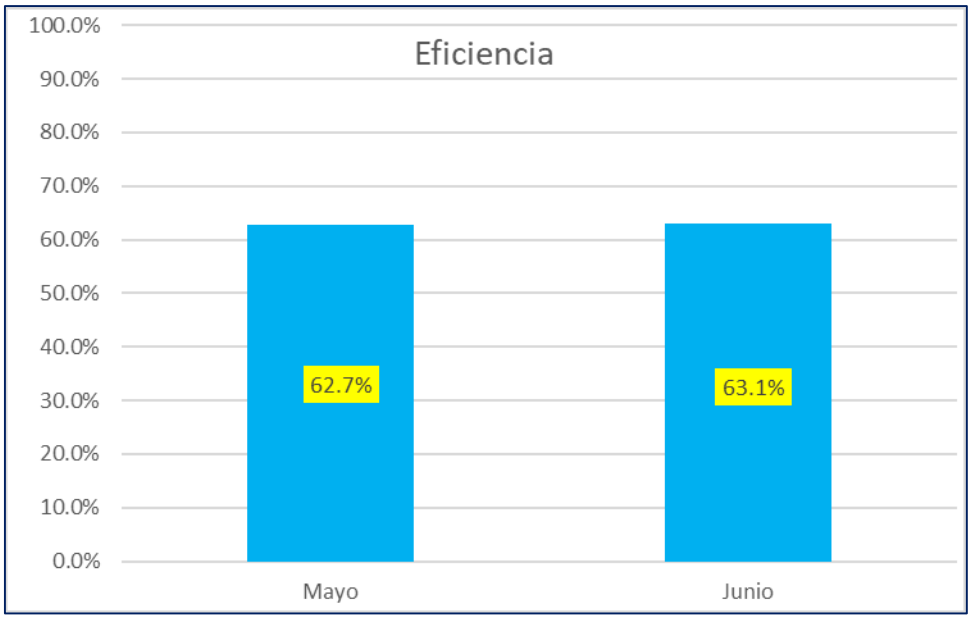
De la tabla anterior, se obtiene que las unidades planificadas en la línea de producción de pisos grating son 1.5 unidades por día o 39 unidades al mes.

2.7.1.2 Pre – test: Variable dependiente

Eficiencia:

Para la recolección de datos de la dimensión eficiencia, en primer lugar, se procede a recoger los datos del trabajo de la línea de producción de pisos grating por semana. Para el levantamiento de información se emplea el formato de eficiencia que se elaboró en el desarrollo del proyecto de investigación. En la siguiente tabla se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos

Figura N° 34: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de mayo y junio



Fuente: Elaboración propia

Se concluye en esta primera etapa que la eficiencia de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 62.88%.

Tabla N° 26: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de mayo

Formato para indicador de Eficiencia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficiencia
Frecuencia	Diario

Formula: (Tiempo útil / Tiempo total) x 100%

II. Datos y resultados

Fecha	Tiempo útil (minutos)	Tiempo total (minutos)	% eficiencia
FERIADO			
2 de Mayo de 2018	813.7	1291	63.03
3 de Mayo de 2018	813.7	1349	60.32
4 de Mayo de 2018	813.7	1317	61.78
5 de Mayo de 2018	813.7	1250	65.10
7 de Mayo de 2018	813.7	1286	63.27
8 de Mayo de 2018	813.7	1344	60.54
9 de Mayo de 2018	813.7	1281	63.52
10 de Mayo de 2018	813.7	1293	62.93
11 de Mayo de 2018	813.7	1347	60.41
12 de Mayo de 2018	813.7	1246	65.30
14 de Mayo de 2018	813.7	1264	64.38
15 de Mayo de 2018	813.7	1318	61.74
16 de Mayo de 2018	813.7	1262	64.48
17 de Mayo de 2018	813.7	1331	61.13
18 de Mayo de 2018	813.7	1295	62.83
19 de Mayo de 2018	813.7	1342	60.63
21 de Mayo de 2018	813.7	1304	62.40
22 de Mayo de 2018	813.7	1339	60.77
23 de Mayo de 2018	813.7	1251	65.04
24 de Mayo de 2018	813.7	1328	61.27
25 de Mayo de 2018	813.7	1254	64.89
26 de Mayo de 2018	813.7	1282	63.47
28 de Mayo de 2018	813.7	1338	60.81
29 de Mayo de 2018	813.7	1258	64.68
30 de Mayo de 2018	813.7	1312	62.02
31 de Mayo de 2018	813.7	1285	63.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de junio

Formato para indicador de Eficiencia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficiencia
Frecuencia	Diario

Formula: (Tiempo útil / Tiempo total) x 100%

II. Datos y resultados

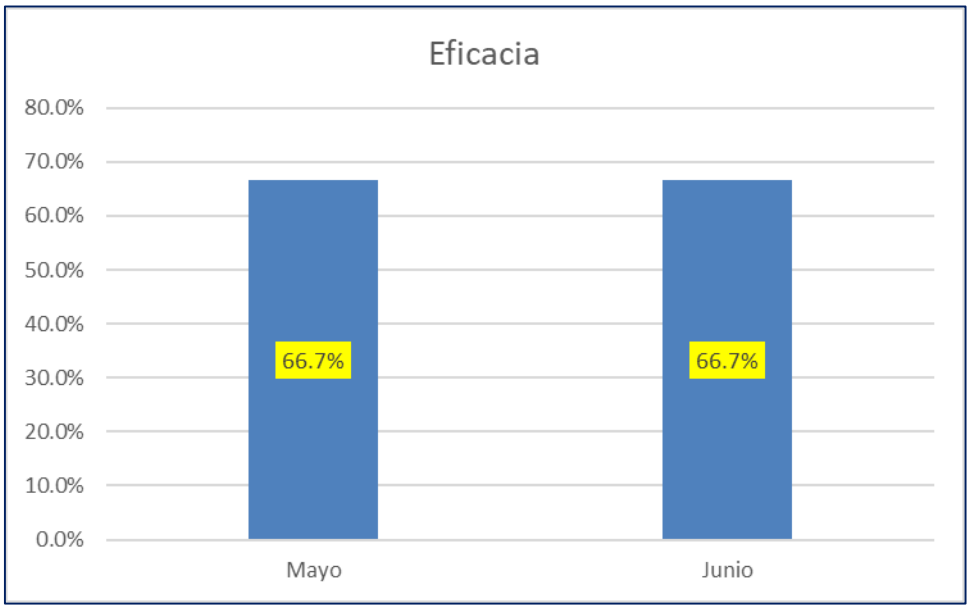
Fecha	Tiempo útil (minutos)	Tiempo total (minutos)	% eficiencia
1 de Junio de 2018	813.7	1271	64.02
2 de Junio de 2018	813.7	1246	65.30
4 de Junio de 2018	813.7	1258	64.68
5 de Junio de 2018	813.7	1337	60.86
6 de Junio de 2018	813.7	1267	64.22
7 de Junio de 2018	813.7	1338	60.81
8 de Junio de 2018	813.7	1322	61.55
9 de Junio de 2018	813.7	1283	63.42
11 de Junio de 2018	813.7	1266	64.27
12 de Junio de 2018	813.7	1270	64.07
13 de Junio de 2018	813.7	1331	61.13
14 de Junio de 2018	813.7	1345	60.50
15 de Junio de 2018	813.7	1293	62.93
16 de Junio de 2018	813.7	1346	60.45
18 de Junio de 2018	813.7	1310	62.11
19 de Junio de 2018	813.7	1320	61.64
20 de Junio de 2018	813.7	1249	65.15
21 de Junio de 2018	813.7	1277	63.72
22 de Junio de 2018	813.7	1283	63.42
23 de Junio de 2018	813.7	1274	63.87
25 de Junio de 2018	813.7	1307	62.26
26 de Junio de 2018	813.7	1279	63.62
27 de Junio de 2018	813.7	1295	62.83
28 de Junio de 2018	813.7	1235	65.89
	FERIADO		
30 de Junio de 2018	813.7	1266	64.27

Fuente: Elaboración propia

Eficacia:

Asimismo, Para la recolección de datos de la dimensión eficacia. En primer lugar, se procede a recoger los datos del trabajo de la línea de producción de pisos grating por día. Para el levantamiento de información se emplea el formato de eficacia que se elaboró en el desarrollo del proyecto de investigación. En la siguiente tabla y figura se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos.

Figura N° 35: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de mayo y junio



Fuente: Elaboración propia

Se concluye en esta primera etapa que la eficacia de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 66.7%.

Tabla N° 28: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de mayo

Formato para indicador de Eficacia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficacia
Frecuencia	Diario

Formula: (cantidad producida / Cantidad programada) x 100%

II. Datos y resultados

Fecha	Cant. producida (Unid.)	Cant. Programada (Unid.)	% eficacia
	FERIADO		
2 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
3 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
4 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
5 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
7 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
8 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
9 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
10 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
11 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
12 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
14 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
15 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
16 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
17 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
18 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
19 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
21 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
22 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
23 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
24 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
25 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
26 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
28 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
29 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
30 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67
31 de Mayo de 2018	1	1.5	66.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de junio

Formato para indicador de Eficacia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficacia
Frecuencia	Diario

Formula: (cantidad producida / Cantidad programada) x 100%

II. Datos y resultados

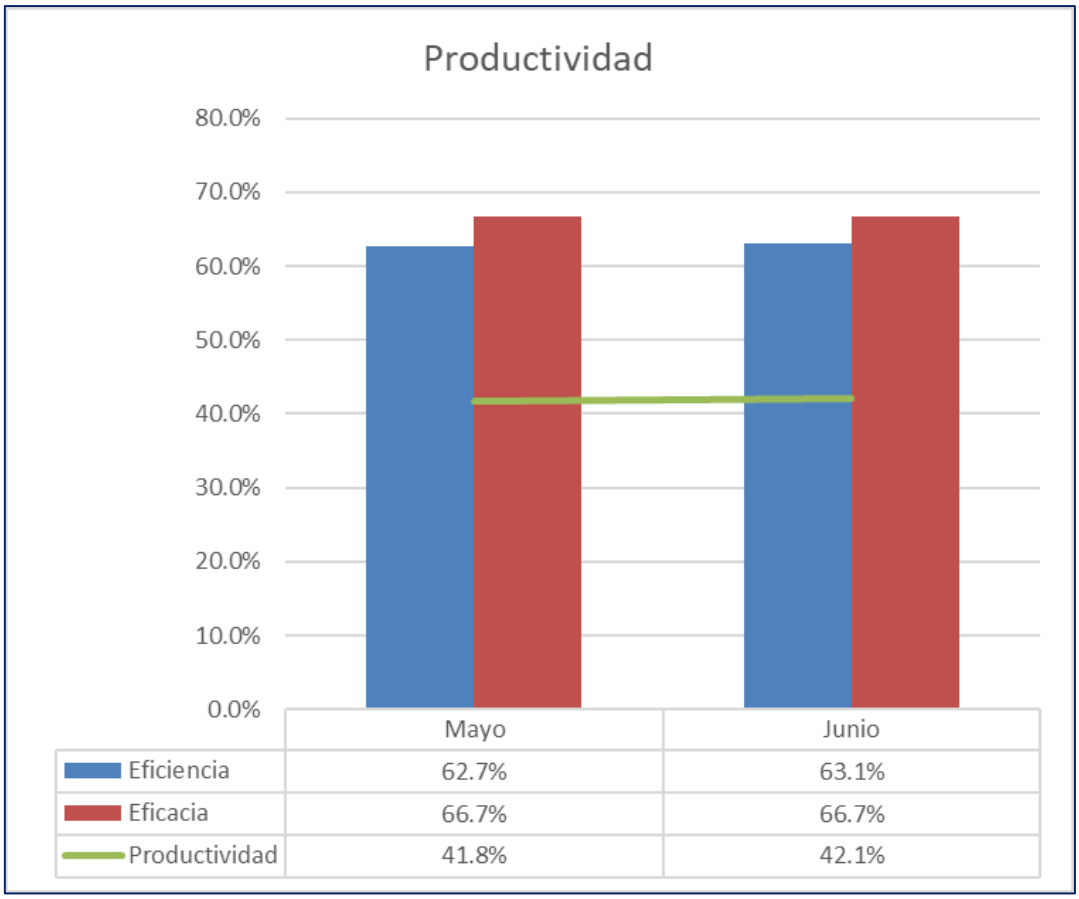
Fecha	Cant. producida (Unid.)	Cant. Programada (Unid.)	% eficacia
1 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
2 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
4 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
5 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
6 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
7 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
8 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
9 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
11 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
12 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
13 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
14 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
15 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
16 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
18 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
19 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
20 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
21 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
22 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
23 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
25 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
26 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
27 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
28 de Junio de 2018	1	1.5	66.67
	FERIADO		
30 de Junio de 2018	1	1.5	66.67

Fuente: Elaboración propia

Productividad:

Luego se procede a calcular la productividad del pre – test en la variable productividad multiplicando la eficiencia con la eficacia de las hojas de resultados.

Tabla N° 36: Productividad de la línea de producción de pisos grating de mayo y junio



	Mayo	Junio
Eficiencia	62.7%	63.1%
Eficacia	66.7%	66.7%
Productividad	41.8%	42.1%

Fuente: Elaboración propia

Se concluye en esta primera etapa que la productividad de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 42.0%.

Tabla N° 30: Productividad de la línea de producción de pisos grating de mayo

Hoja de resultado productividad

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Frecuencia	Diario

II. Datos y resultados

Fecha	% de Eficiencia	% de Eficacia	% de productividad
FERIADO			
2 de Mayo de 2018	63.03	66.67	42.02
3 de Mayo de 2018	60.32	66.67	40.21
4 de Mayo de 2018	61.78	66.67	41.19
5 de Mayo de 2018	65.10	66.67	43.40
7 de Mayo de 2018	63.27	66.67	42.18
8 de Mayo de 2018	60.54	66.67	40.36
9 de Mayo de 2018	63.52	66.67	42.35
10 de Mayo de 2018	62.93	66.67	41.95
11 de Mayo de 2018	60.41	66.67	40.27
12 de Mayo de 2018	65.30	66.67	43.54
14 de Mayo de 2018	64.38	66.67	42.92
15 de Mayo de 2018	61.74	66.67	41.16
16 de Mayo de 2018	64.48	66.67	42.98
17 de Mayo de 2018	61.13	66.67	40.76
18 de Mayo de 2018	62.83	66.67	41.89
19 de Mayo de 2018	60.63	66.67	40.42
21 de Mayo de 2018	62.40	66.67	41.60
22 de Mayo de 2018	60.77	66.67	40.51
23 de Mayo de 2018	65.04	66.67	43.36
24 de Mayo de 2018	61.27	66.67	40.85
25 de Mayo de 2018	64.89	66.67	43.26
26 de Mayo de 2018	63.47	66.67	42.31
28 de Mayo de 2018	60.81	66.67	40.54
29 de Mayo de 2018	64.68	66.67	43.12
30 de Mayo de 2018	62.02	66.67	41.35
31 de Mayo de 2018	63.32	66.67	42.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31: Productividad de la línea de producción de pisos grating de junio

Hoja de resultado productividad

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Frecuencia	Diario

II. Datos y resultados

Fecha	% de Eficiencia	% de Eficacia	% de productividad
1 de Junio de 2018	64.02	66.67	42.68
2 de Junio de 2018	65.30	66.67	43.54
4 de Junio de 2018	64.68	66.67	43.12
5 de Junio de 2018	60.86	66.67	40.57
6 de Junio de 2018	64.22	66.67	42.82
7 de Junio de 2018	60.81	66.67	40.54
8 de Junio de 2018	61.55	66.67	41.03
9 de Junio de 2018	63.42	66.67	42.28
11 de Junio de 2018	64.27	66.67	42.85
12 de Junio de 2018	64.07	66.67	42.71
13 de Junio de 2018	61.13	66.67	40.76
14 de Junio de 2018	60.50	66.67	40.33
15 de Junio de 2018	62.93	66.67	41.95
16 de Junio de 2018	60.45	66.67	40.30
18 de Junio de 2018	62.11	66.67	41.41
19 de Junio de 2018	61.64	66.67	41.10
20 de Junio de 2018	65.15	66.67	43.43
21 de Junio de 2018	63.72	66.67	42.48
22 de Junio de 2018	63.42	66.67	42.28
23 de Junio de 2018	63.87	66.67	42.58
25 de Junio de 2018	62.26	66.67	41.50
26 de Junio de 2018	63.62	66.67	42.41
27 de Junio de 2018	62.83	66.67	41.89
28 de Junio de 2018	65.89	66.67	43.92
30 de Junio de 2018	64.27	66.67	42.85

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.3 Análisis de causas

Según el diagrama de Pareto, se han identificado 4 causas principales que ocasionan la baja productividad, para poder solucionar este problema, se analiza a detalle la información coleccionada que sustente cada una de las causas resaltadas en el análisis de Pareto.

Tabla N° 32: Casusas principales en el análisis de Pareto

Causa	Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acum.
C3	Método inadecuado de trabajo	23.08%	23.08%
C4	Tiempos improductivos	20.51%	43.59%
C5	Distribución de planta deficiente	17.95%	61.54%
C10	Falta de orden y limpieza	15.38%	76.92%
C6	Falta de mantenimiento preventivo	7.69%	84.62%
C9	Falta de Mano de obra calificada	5.13%	89.74%
C1	Baja calidad de materiales	2.56%	92.31%
C2	Desperdicio de materiales	2.56%	94.87%
C7	Falta de maquinaria	2.56%	97.44%
C8	Falta de compromiso	2.56%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Causa: Método inadecuado de trabajo

El método de trabajo que se emplea en la empresa Mecánica Industrial Manuel se expresa en el tiempo que toman los obreros para realizar sus actividades, Sin embargo, al emplear un método inadecuado de trabajo genera que en las operaciones existan tiempos improductivos. Como muestra la tabla del diagrama de análisis del proceso, se generan varias esperas por parte de los trabajadores en la línea de fabricación de pisos grating, esto debido a que no existen procedimientos definidos para las actividades de los procesos de habilitado, prensado, soldado, y pintado.

Tabla N° 33: Resumen de los resultados de la medición de métodos

RESUMEN		
Actividad	Pre - Test	Tiempo (min)
Operación	69	587
Combinada	6	27
Inspección	5	10
Transporte	13	112
Demora	8	62
Almacenamiento	0	0
Total	101	798
AAV	71	70.3%
ANAV	30	29.7%

Fuente: Elaboración propia

Además de los tiempos de espera, las actividades de habilitado y prensado cumplen un rol importante en la línea de producción de pisos grating, sin embargo, estas actividades no se realizan con un método adecuado, generando pérdidas de horas hombre debido a que el personal tiene que estar buscando sus herramientas, instrumentos de medición y dispositivos de máquina. La cantidad de tiempo que genera las actividades que no agregan valor es de 184 minutos que representa el 23.1% del tiempo estándar.

Causa: Tiempos improductivos

Los tiempos improductivos afectan al nivel de cumplimiento de los plazos de entrega de cada pedido, por tal motivo la empresa recurre a contratar horas extras para compensar con el tiempo improductivo generado. A continuación, en la siguiente tabla se muestran las horas extras generadas en la empresa Mecánica Industrial Manuel. Asimismo, se debe tener en cuenta que las horas extras empiezan una vez terminado el día de trabajo calculado en la capacidad instalada, es decir a partir del minuto 1200.

Tabla N° 34: Horas extras en la línea de producción de pisos grating de mayo

Resumen de Horas Extras						
		Empresa	Mecánica industrial Manuel			
		Línea	Pisos grating			
			Pre - Test			
		Elaboración	Charles Vargas			
Periodo		Total Minutos	Minutos Al 25%	Minutos Al 35%	Total Minutos	% de Utilización
Mayo			FERIADO			
	2 de Mayo de 2018	1200	91	0	1291	0.29
	3 de Mayo de 2018	1200	149	0	1349	0.48
	4 de Mayo de 2018	1200	117	0	1317	0.38
	5 de Mayo de 2018	1200	50	0	1250	0.16
	7 de Mayo de 2018	1200	86	0	1286	0.28
	8 de Mayo de 2018	1200	144	0	1344	0.46
	9 de Mayo de 2018	1200	81	0	1281	0.26
	10 de Mayo de 2018	1200	93	0	1293	0.30
	11 de Mayo de 2018	1200	147	0	1347	0.47
	12 de Mayo de 2018	1200	46	0	1246	0.15
	14 de Mayo de 2018	1200	64	0	1264	0.21
	15 de Mayo de 2018	1200	118	0	1318	0.38
	16 de Mayo de 2018	1200	62	0	1262	0.20
	17 de Mayo de 2018	1200	131	0	1331	0.42
	18 de Mayo de 2018	1200	95	0	1295	0.30
	19 de Mayo de 2018	1200	142	0	1342	0.46
	21 de Mayo de 2018	1200	104	0	1304	0.33
	22 de Mayo de 2018	1200	139	0	1339	0.45
	23 de Mayo de 2018	1200	51	0	1251	0.16
	24 de Mayo de 2018	1200	128	0	1328	0.41
	25 de Mayo de 2018	1200	54	0	1254	0.17
	26 de Mayo de 2018	1200	82	0	1282	0.26
	28 de Mayo de 2018	1200	138	0	1338	0.44
	29 de Mayo de 2018	1200	58	0	1258	0.19
	30 de Mayo de 2018	1200	112	0	1312	0.36
	31 de Mayo de 2018	1200	85	0	1285	0.27
	Total	31200	2567	0		8.23

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 35: Horas extras en la línea de producción de pisos grating de junio

Resumen de Horas Extras						
		Empresa	Mecánica industrial Manuel			
		Línea	Pisos grating			
			Pre - Test			
		Elaboración	Charles Vargas			
Periodo		Total Minutos	Minutos Al 25%	Minutos Al 35%	Total Minutos	% de Utilización
Junio	1 de Junio de 2018	1200	71	0	1271	0.24
	2 de Junio de 2018	1200	46	0	1246	0.15
	4 de Junio de 2018	1200	58	0	1258	0.19
	5 de Junio de 2018	1200	137	0	1337	0.46
	6 de Junio de 2018	1200	67	0	1267	0.22
	7 de Junio de 2018	1200	138	0	1338	0.46
	8 de Junio de 2018	1200	122	0	1322	0.41
	9 de Junio de 2018	1200	83	0	1283	0.28
	11 de Junio de 2018	1200	66	0	1266	0.22
	12 de Junio de 2018	1200	70	0	1270	0.23
	13 de Junio de 2018	1200	131	0	1331	0.44
	14 de Junio de 2018	1200	145	0	1345	0.48
	15 de Junio de 2018	1200	93	0	1293	0.31
	16 de Junio de 2018	1200	146	0	1346	0.49
	18 de Junio de 2018	1200	110	0	1310	0.37
	19 de Junio de 2018	1200	120	0	1320	0.40
	20 de Junio de 2018	1200	49	0	1249	0.16
	21 de Junio de 2018	1200	77	0	1277	0.26
	22 de Junio de 2018	1200	83	0	1283	0.28
	23 de Junio de 2018	1200	74	0	1274	0.25
	25 de Junio de 2018	1200	107	0	1307	0.36
	26 de Junio de 2018	1200	79	0	1279	0.26
	27 de Junio de 2018	1200	95	0	1295	0.32
	28 de Junio de 2018	1200	35	0	1235	0.12
	FERIADO					
	30 de Junio de 2018	1200	66	0	1266	0.22
	Total	30000	2268	0		7.56

Fuente: Elaboración propia

El tiempo es uno de los factores más importantes en la fabricación de pisos grating, pues los pedidos ofrecidos se rigen a tiempos de entrega señalados con el cliente en cada contrato. Asimismo, la siguiente tabla hace referencia a la estimación económica que se realizó en la compañía para conocer la cantidad de dinero que paga la misma en los sobretiempos generados por los trabajadores. Vale decir, que la empresa paga las horas extras al 25% y al 35%. Véase en la siguiente tabla la escala de los costos de mano de obra. También se debe considerar que 2 de los 3 operarios de producción son los únicos que generan horas extras.

Tabla N° 36: Cálculo de costo de hora hombre promedio

Personal	Sueldo Mensual	Gratificación 16.67%	CTS 8.33%	Essalud 9%	Vacaciones 8.33%	Total	Sueldo por Hora
César Ángeles	S/1,000.00	S/166.70	S/83.30	S/90.00	S/83.30	S/1,423.30	S/5.93
Andrés Quispe	S/1,000.00	S/166.70	S/83.30	S/90.00	S/83.30	S/1,423.30	S/5.93
Costo Total de Hora Hombre Promedio Por Hora							S/5.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: promedio del costo de la mano de obra

Promedio	Costo/ hora	Costo/ hora (al 25%)	Costo/ hora (al 35%)
personal	S/5.93	S/ 7.41	S/ 8.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38: Costos de las horas extras en la línea de producción de pisos grating de mayo

Resumen de Horas Extras							
		Empresa	Mecánica industrial Manuel				
		Línea	Pisos grating				
			Pre - Test				
		Elaboración	Charles Vargas				
Periodo		Al 25%	Costo/ minuto (al 25%)	Al 35%	Costo/ minuto (al 35%)	Total Horas	
Mayo			FERIADO				
	2 de Mayo de 2018	91	S/. 11.24	0	S/. -	S/. 11.24	
	3 de Mayo de 2018	149	S/. 18.41	0	S/. -	S/. 18.41	
	4 de Mayo de 2018	117	S/. 14.45	0	S/. -	S/. 14.45	
	5 de Mayo de 2018	50	S/. 6.18	0	S/. -	S/. 6.18	
	7 de Mayo de 2018	86	S/. 10.62	0	S/. -	S/. 10.62	
	8 de Mayo de 2018	144	S/. 17.79	0	S/. -	S/. 17.79	
	9 de Mayo de 2018	81	S/. 10.01	0	S/. -	S/. 10.01	
	10 de Mayo de 2018	93	S/. 11.49	0	S/. -	S/. 11.49	
	11 de Mayo de 2018	147	S/. 18.16	0	S/. -	S/. 18.16	
	12 de Mayo de 2018	46	S/. 5.68	0	S/. -	S/. 5.68	
	14 de Mayo de 2018	64	S/. 7.91	0	S/. -	S/. 7.91	
	15 de Mayo de 2018	118	S/. 14.58	0	S/. -	S/. 14.58	
	16 de Mayo de 2018	62	S/. 7.66	0	S/. -	S/. 7.66	
	17 de Mayo de 2018	131	S/. 16.18	0	S/. -	S/. 16.18	
	18 de Mayo de 2018	95	S/. 11.74	0	S/. -	S/. 11.74	
	19 de Mayo de 2018	142	S/. 17.54	0	S/. -	S/. 17.54	
	21 de Mayo de 2018	104	S/. 12.85	0	S/. -	S/. 12.85	
	22 de Mayo de 2018	139	S/. 17.17	0	S/. -	S/. 17.17	
	23 de Mayo de 2018	51	S/. 6.30	0	S/. -	S/. 6.30	
	24 de Mayo de 2018	128	S/. 15.81	0	S/. -	S/. 15.81	
	25 de Mayo de 2018	54	S/. 6.67	0	S/. -	S/. 6.67	
	26 de Mayo de 2018	82	S/. 10.13	0	S/. -	S/. 10.13	
		0	S/. -				
	28 de Mayo de 2018	138	S/. 17.05	0	S/. -	S/. 17.05	
	29 de Mayo de 2018	58	S/. 7.17	0	S/. -	S/. 7.17	
	30 de Mayo de 2018	112	S/. 13.84	0	S/. -	S/. 13.84	
	31 de Mayo de 2018	85	S/. 10.50	0	S/. -	S/. 10.50	
					TOTAL	S/. 317.13	

Fuente: Elaboración propia

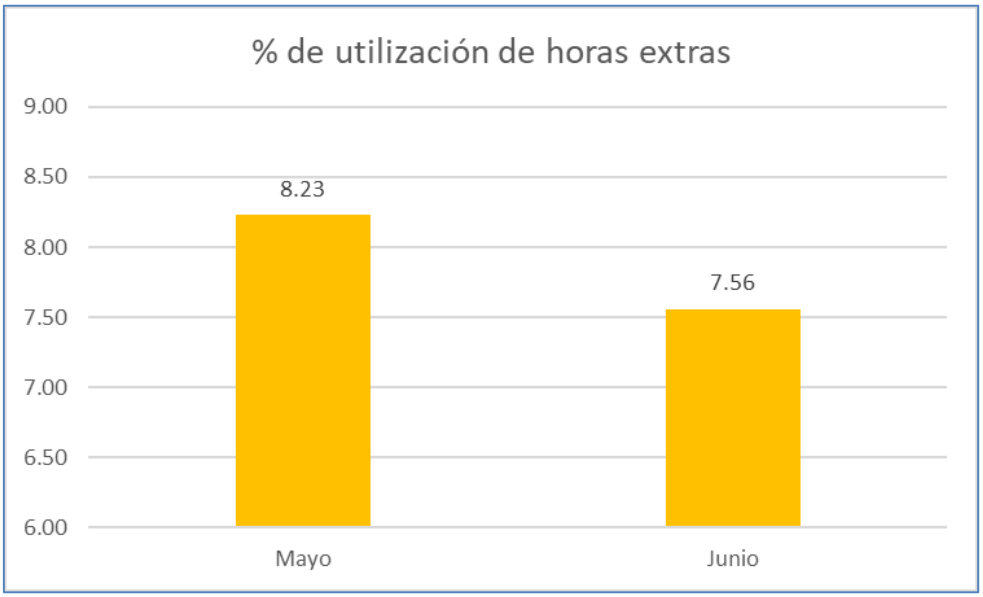
Tabla N° 39: Costos de las horas extras en la línea de producción de pisos grating de junio

Resumen de Horas Extras							
		Empresa	Mecánica industrial Manuel				
		Línea	Pisos grating				
			Pre - Test				
		Elaboración	Charles Vargas				
Periodo		Al 25%	Costo/ minuto (al 25%)	Al 35%	Costo/ minuto (al 35%)	Total Horas	
Junio	1 de Junio de 2018	71	S/. 8.77	0	S/. -	S/. 8.77	
	2 de Junio de 2018	46	S/. 5.68	0	S/. -	S/. 5.68	
	4 de Junio de 2018	58	S/. 7.17	0	S/. -	S/. 7.17	
	5 de Junio de 2018	137	S/. 16.93	0	S/. -	S/. 16.93	
	6 de Junio de 2018	67	S/. 8.28	0	S/. -	S/. 8.28	
	7 de Junio de 2018	138	S/. 17.05	0	S/. -	S/. 17.05	
	8 de Junio de 2018	122	S/. 15.07	0	S/. -	S/. 15.07	
	9 de Junio de 2018	83	S/. 10.25	0	S/. -	S/. 10.25	
	11 de Junio de 2018	66	S/. 8.15	0	S/. -	S/. 8.15	
	12 de Junio de 2018	70	S/. 8.65	0	S/. -	S/. 8.65	
	13 de Junio de 2018	131	S/. 16.18	0	S/. -	S/. 16.18	
	14 de Junio de 2018	145	S/. 17.91	0	S/. -	S/. 17.91	
	15 de Junio de 2018	93	S/. 11.49	0	S/. -	S/. 11.49	
	16 de Junio de 2018	146	S/. 18.04	0	S/. -	S/. 18.04	
	18 de Junio de 2018	110	S/. 13.59	0	S/. -	S/. 13.59	
	19 de Junio de 2018	120	S/. 14.83	0	S/. -	S/. 14.83	
	20 de Junio de 2018	49	S/. 6.05	0	S/. -	S/. 6.05	
	21 de Junio de 2018	77	S/. 9.51	0	S/. -	S/. 9.51	
	22 de Junio de 2018	83	S/. 10.25	0	S/. -	S/. 10.25	
	23 de Junio de 2018	74	S/. 9.14	0	S/. -	S/. 9.14	
	25 de Junio de 2018	107	S/. 13.22	0	S/. -	S/. 13.22	
	26 de Junio de 2018	79	S/. 9.76	0	S/. -	S/. 9.76	
	27 de Junio de 2018	95	S/. 11.74	0	S/. -	S/. 11.74	
	28 de Junio de 2018	35	S/. 4.32	0	S/. -	S/. 4.32	
		FERIADO					
	30 de Junio de 2018	66	S/. 8.15	0	S/. -	S/. 8.15	
					TOTAL	S/. 280.19	

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que existe un sobre costo de 597.32 soles entre los periodos de mayo y junio del 2018 debido a la cantidad de horas extras producidas para la ejecución de las actividades de la línea de producción de pisos grating. Véase la siguiente tabla.

Figura N° 37: Variación de horas extras de la línea de producción de pisos grating



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que existe una variación porcentual de 8.23 y 7.56 entre los meses de mayo y junio en la línea de producción de pisos grating respectivamente.

Causa: Distribución de planta deficiente

La empresa desperdicia tiempos en el traslado de materiales debido a que sus máquinas no se encuentran alineadas a la línea de producción de pisos grating, dicho tiempo es de 112 minutos, vale decir que representa el 14% del tiempo estándar. No obstante, los procesos no cumplen la secuencia en U, por lo contrario, los operarios deben trasladar estos materiales de un lado hacia otro como se aprecia en la figura. Inicialmente la empresa brindaba servicios de calderería en esta zona de trabajo empleando solo 2 máquinas de soldar y todo el ambiente de trabajo, aproximadamente hasta hace 12 años atrás, la empresa dejo de emplear dicha zona de

trabajo para dedicarse a elaborar otros productos. Sin embargo, la misma encontró un nicho de mercado en las fabricaciones de estructuras metálicas, para er más precisos en los pisos grating, con la finalidad de obtener nuevos ingresos, por consiguiente, la empresa fue adquiriendo nueva maquinaria y las instalaba donde hubiera espacio, sin emplear algún criterio. Primero se adquirió una prensa de 35 toneladas, más adelante se elaboró un stand donde se colocarían los postizos de las matrices para el prensado de las platinas, Luego se compró otra prensa. Pero esta vez de un tonelaje mayor, es decir de 55 toneladas.

No obstante, en la actualidad la mala distribución de las máquinas genera un tiempo significativo en la fabricación de los pisos grating, por consiguiente, el tiempo de traslado de acuerdo al diagrama de actividades es de 67 minutos, vale decir el 8.3% del tiempo estándar.
A continuación, se detalla los traslados que existen en el área de maestranza según el diagrama de actividades.

Tabla N° 40: Detalle de los transportes en el área de maestranza

Item	Actividad	Tiempo (min)	Símbolo	Recorrido (m)
1	Ir a la oficina de producción	3.00	⇨	8
2	Ir a la zona de habilitado	2.00	⇨	6
3	Ir al andamio de materiales	1.00	⇨	3
4	Habilitar material	35.00	⇨	168
5	Llevar OF y plano al prensado	2.00	⇨	12
6	Ir al stand de postizos y matrices	1.00	⇨	3
7	Llevar la matriz hacia la prensa	1.00	⇨	3
8	Llevar matriz al stand	1.00	⇨	3
9	Trasladar el mat. hacia el soldado	35.00	⇨	140
10	Llevar OF y plano al soldado	2.00	⇨	10
11	Trasladar el piso hacia el pintado	12.00	⇨	8
12	Llevar OF y plano al pintado	2.00	⇨	8
13	Traslado a la zona de despacho	15.00	⇨	12

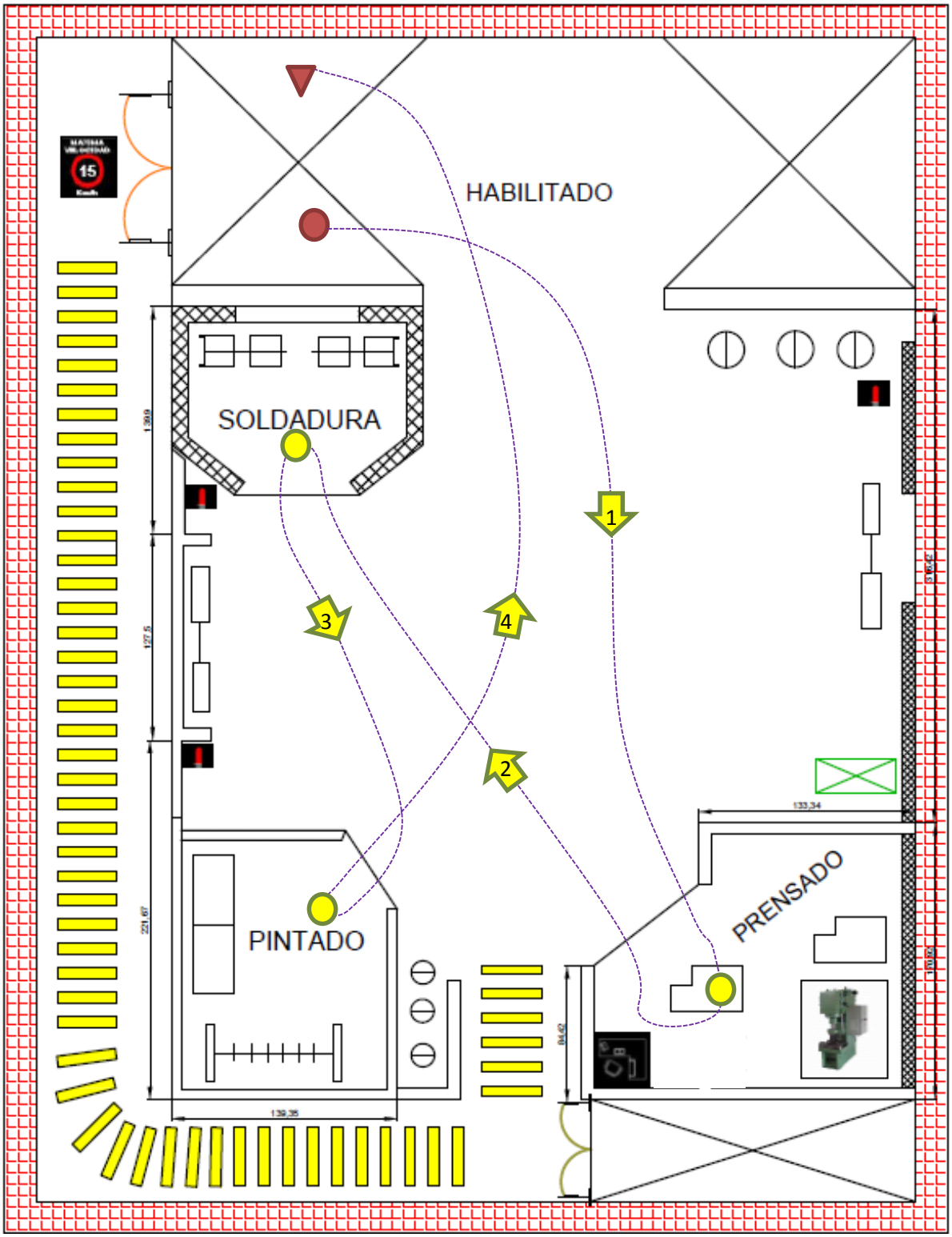
Fuente: Elaboración propia

Ahora, en el siguiente gráfico se presenta la distribución de planta inicial de las zonas de trabajo de la línea de producción, en el cual se menciona la distribución de los espacios de trabajo donde se ubican actualmente las máquinas.

- Habilitado
- Prensado
- Soldado
- Pintado

Asimismo, se puede indicar que la distancia recorrida total, según el diagrama de actividades de proceso de la línea de producción de pisos grating, indica que es de 384 metros, el cual incluye todos los movimientos que se efectúan para realizar un piso grating.

Figura N° 38: Diagrama de recorrido anterior de la línea de producción de pisos grating



Fuente: Elaboración propia

Causa: Falta de orden y limpieza en el almacén

A continuación, se muestra el estado en el que se encuentran los procesos de la empresa.

Figura N° 39: Proceso de habilitado de la línea de producción de pisos grating

Elaboración propia

Figura N° 40: Proceso de soldado de la línea de producción de pisos grating

Elaboración propia

Figura N° 41: Proceso de prensado de la línea de producción de pisos grating

Elaboración propia

Figura N° 42: Proceso de pintado de la línea de producción de pisos grating

Elaboración propia

2.7.2 Propuesta de mejora

Según las causas mostradas se muestran las siguientes alternativas, para cada causa de solución que son parte de la aplicación del estudio del trabajo, estas han sido valoradas según la justificación técnica, económica y social que hacen viable su desarrollo en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

Tabla N° 41: Alternativas de solución

Causa	Alternativa de solución	
Método Inadecuado de trabajo	➡	Estudio de método
Tiempos improductivos	➡	Estudio de tiempo
Distribución de planta deficiente	➡	Distribución de planta
Falta de orden y limpieza	➡	5S

Fuente: Elaboración propia

Recursos y presupuesto

Recursos

Un elemento muy importante para el desarrollo del proyecto de investigación son los recursos a emplear. No obstante, la implementación de las metodologías estudiadas en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, tienen como objetivo principal incrementar la productividad, por lo tanto, esto ha demandado invertir tanto en recurso humano como en materiales. Antes de continuar, primero se debe hallar el costo de hora hombre promedio, porque servirá para hacer los respectivos cálculos en las siguientes tablas.

Tabla N° 42: Cálculo de costo de hora hombre promedio

COSTO HORA - HOMBRE			
Personal	Sueldo Mensual	Sueldo por día	Sueldo por Hora
José Miranda	S/2,562.00	S/85.40	S/10.68
Jean García	S/1,708.00	S/56.93	S/7.12
César Ángeles	S/1,423.33	S/47.44	S/5.93
Andrés Quispe	S/1,423.33	S/47.44	S/5.93
Costo Total Hora Hombre Promedio Por Hora			S/7.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43: Recurso Humano para la aplicación del estudio de métodos

Recurso	Detalle	Horas por trabajador	N° de trabajadores	Costo	Total
HUMANO	Capacitación en métodos de trabajo	2	4	S/ 7.41	S/ 59.28
	Levantamiento de información de operaciones	10	4	S/ 7.41	S/ 296.40
	Difusión del nuevo procedimiento de trabajo	2	4	S/ 7.41	S/ 59.28
	Transporte para el levantamiento de información		1	S/ 30.00	S/ 30.00
	Total				S/ 444.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 44: Recurso Materiales para la aplicación del estudio de métodos

Recurso	Detalle	Cantidad	Costo	Total
MATERIAL	Impresión de procedimientos	8	S/ 5.00	S/ 40.00
	Impresión de formatos	15	S/ 0.30	S/ 4.50
	Tablero de apuntes	1	S/ 5.00	S/ 5.00
	Lapiceros	2	S/ 1.00	S/ 2.00
	Transporte para la compra	1	S/ 20.00	S/ 20.00
	Total			S/ 71.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 45: Adquisición de maquinaria

Recurso	Detalle	Cantidad	Costo	Total
MAQUINARIA	Tecle manual	1	S/ 800.00	S/ 800.00
	Estructura móvil	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	Total			S/ 2,300.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 46: Recurso Humano para la aplicación del estudio de tiempos

Recurso	Detalle	Horas por trabajador	N° de trabajadores	Costo	Total
HUMANO	Levantamiento de información de tiempos	10	4	S/ 7.41	S/ 296.40
	Transporte para el levantamiento de información		1	S/ 20.00	S/ 20.00
	Total				S/ 316.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 47: Recurso Material para la aplicación del estudio de tiempos

Recurso	Detalle	Cantidad	Costo	Total
MATERIAL	Cronómetro	1	S/ 150.00	S/ 150.00
	Lapiceros	2	S/ 1.00	S/ 2.00
	Impresión de formatos	70	S/ 0.30	S/ 21.00
	Transporte para la compra	1	S/ 30.00	S/ 20.00
	Total			S/ 193.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 48: Recurso Humano para la implementación de la distribución de planta

Recurso	Detalle	Horas por trabajador	N° de trabajadores	Costo	Total
HUMANO	Capacitación en distribución de plantas	2	4	S/ 7.41	S/ 59.28
	Levantamiento de información de la planta	4	1	S/ 7.41	S/ 29.64
	Instalación del software	2	1	S/ 7.41	S/ 14.82
	Instalación de extractor de humo	4	1	S/ 150.00	S/ 150.00
	Traslados de maquinas (Montacargas)	8	4	S/ 6.93	S/ 221.78
	Total				S/ 475.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 49: Recurso Material para la implementación de la distribución de planta

Recurso	Detalle	Cantidad	Costo	Total
MATERIAL	Extractor de humo	1	S/ 850.00	S/ 850.00
	Sofware de diseño	1	S/ 4.00	S/ 4.00
	Lapiceros	2	S/ 1.00	S/ 2.00
	Ploteos	4	S/ 5.00	S/ 20.00
	Hojas	10	S/ 0.10	S/ 1.00
	Transporte para la compra	1	S/ 30.00	S/ 30.00
	Total			S/ 907.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 50: Recurso Material para la implementación de las 5S

Recurso	Detalle	Cantidad	Costo	Total
MATERIAL	Cámara fotográfica	1	S/ 800.00	S/ 500.00
	Impresión de fichas	30	S/ 0.30	S/ 9.00
	Lapiceros	2	S/ 1.00	S/ 2.00
	Cinta masketing	3	S/ 4.00	S/ 12.00
	Impresión de códigos			S/ 30.00
	Escobas	4	S/ 6.00	S/ 24.00
	Estuches para patrones	25	S/ 3.00	S/ 75.00
	Transporte para la compra	1	S/ 30.00	S/ 30.00
	Total			S/ 682.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 51: Recurso Humano para la implementación de las 5S

Recurso	Detalle	Horas por trabajador	N° de trabajadores	Costo	Total
HUMANO	Capacitación en 5S	2	4	S/ 7.41	S/ 59.28
	Clasificación de materiales	16	4	S/ 7.41	S/ 474.24
	Ordenamiento de materiales	16	4	S/ 7.41	S/ 474.24
	Limpieza general del área	8	4	S/ 7.41	S/ 237.12
	Codificación de materiales	12	4	S/ 7.41	S/ 355.68
	Charla de concientización	2	4	S/ 7.41	S/ 59.28
	Total				S/ 1,659.84

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto

Este es un factor de suma importancia debido a que permite conocer el gasto de los recursos que se emplean en el estudio. También, permite controlar y medir los gastos que se van realizando a lo largo de la implementación.

Tabla N° 52: Presupuesto de la implementación

Descripción	Gasto
Implementación de estudio de métodos	S/ 2,816.46
Implementación de estudio de tiempos	S/ 509.40
Implementación de distribución de planta	S/ 1,382.52
Implementación de 5S	S/ 2,341.84
Gasto total	S/ 7,050.22

Fuente: Elaboración propia

Costo de sostenimiento

En las siguientes 2 tablas, se evidencia lo que se necesita para el sostenimiento de la implementación de la metodología de las 5S, en esta se analiza las horas de los recursos humanos en capacitación, charlas, limpieza, utilizados diariamente en el proyecto considerando 30 minutos diarios en cada trabajador, además de los recursos materiales necesarios para la viabilidad del proyecto.

Tabla N° 53 Recurso humano para el sostenimiento de las 5S

Personal	Unidad	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Costo/hora
Jose Miranda	Hora	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	S/ 10.68
Jean García	Hora	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	S/ 7.41
César Ángeles	Hora	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	S/ 7.41
Ándres Quispe	Hora	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	S/ 7.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 54 Recurso material para el sostenimiento de las 5S

Materiales	Cantidad	Costo	Total
Impresión de fichas	24	S/ 0.30	S/ 7.20
Lapiceros	2	S/ 1.00	S/ 2.00
Cinta masketing	3	S/ 4.00	S/ 12.00
Impresión de códigos			S/ 20.00
Escobas y paños de limpieza	4	S/ 12.00	S/ 48.00
Cajón para portaherramientas	1	S/ 80.00	S/ 80.00
Transporte para la compra	1	S/ 20.00	S/ 20.00
Total			S/ 189.20

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes 2 tablas se puede notar los gastos que se tienen por el concepto de sostenimientos de la implementación 5S por un periodo de 12 meses.

Tabla N° 55: Gastos por recursos humanos para el sostenimiento de las 5S

Personal	Jose Miranda	Jean García	César Ángeles	Ándres Quispe	Total
Setiembre	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Octubre	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Noviembre	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Diciembre	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Enero	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Febrero	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Marzo	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Abril	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Mayo	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Junio	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Julio	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Agosto	S/ 64.05	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 88.92	S/ 330.81
Total					S/ 3,969.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 56: Gastos por recursos materiales para el sostenimiento de las 5S

Personal	Materiales	
Setiembre	S/	189.20
Octubre	S/	189.20
Noviembre	S/	189.20
Diciembre	S/	189.20
Enero	S/	189.20
Febrero	S/	189.20
Marzo	S/	189.20
Abril	S/	189.20
Mayo	S/	189.20
Junio	S/	189.20
Julio	S/	189.20
Agosto	S/	189.20
Total	S/	2,270.40

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se puede notar el total de gastos de sostenibilidad que se incurren por mes en lo que respecta a la viabilidad del proyecto.

Tabla N° 57: Gastos de los recursos empleados para el sostenimiento de las 5S

Mes	AÑO	Materiales	
Setiembre	2018	S/	520.00
Octubre	2018	S/	520.00
Noviembre	2018	S/	520.00
Diciembre	2018	S/	520.00
Enero	2019	S/	520.00
Febrero	2019	S/	520.00
Marzo	2019	S/	520.00
Abril	2019	S/	520.00
Mayo	2019	S/	520.00
Junio	2019	S/	520.00
Julio	2019	S/	520.00
Agosto	2019	S/	520.00
Total		S/	6,240.00

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento

El financiamiento será pagado por la propia empresa, es decir va a solventar todos los gastos que se requieran para la aplicación del proyecto de investigación en esta primera etapa.

Cronograma de ejecución

Para VALDERRAMA, es el diagrama donde indica las actividades de la aplicación del proyecto de investigación distribuido en semanas y meses, también, las mismas están organizadas de manera cronológicas en un espacio de tiempo, tal como lo recomienda el diagrama de Gantt (2007, p. 236) Ante lo expuesto se presenta el cronograma del proyecto.

Tabla N° 58: Cronograma

Actividades	MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.				Sem.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Redacción de la situación actual																																								
Recolección de datos de la empresa																																								
Descripción de las operaciones																																								
Elaborar formatos de trabajo																																								
Pre - test																																								
Identificación de actividades (DAP)																																								
Toma de tiempos																																								
Medir eficacia																																								
Medir eficiencia																																								
Elaboración de la propuesta																																								
Identificación de las alternativas de solución																																								
Elaboración del cronograma																																								
Elaboración del presupuesto																																								
Implementación																																								
Estudio de método																																								
Estudio de tiempo																																								
5 S																																								
Distribución de planta																																								
Resultados de la implementación																																								
Medir eficacia																																								
Medir eficiencia																																								
Análisis Económico financiero																																								
Análisis del ratio Beneficio/Costo																																								
Resultados																																								
Análisis descriptivo																																								
Análisis inferencial																																								
Discusión, Conclusión y Recomendaciones																																								
Redacción de los resultados obtenidos																																								
Presentación final																																								

Fuente: Elaboración propia

2.7.3 Implementación

Aplicación del estudio de métodos

Para desarrollar el estudio de métodos de trabajo es necesario cumplir con los 8 pasos que la componen, según, KANAWATY, (2010, pp. 30-33).

1° paso: Seleccionar

El caso de estudio es la línea de fabricación de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel. Debido a que el tiempo estándar de la línea contiene una cantidad representativa de actividades que no agregan valor y económicamente el costo de producción es alto, sobre todo el costo de mano de obra. Asimismo, todas las actividades que pertenecen a la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, están en condiciones de pasar una mejora de procesos, sin embargo, en la práctica se debe priorizar la actividad o actividades que resulten ser las más críticas para darles solución, es decir, se debe ubicar el cuello de botella en la línea producción que comprende las siguientes operaciones, habilitado, prensado, soldado, pintado.

Tabla N° 59: Identificación del cuello de botella

I. Información General			
Línea:		Pisos grating	
Variable dependiente:		Estudio del trabajo	
Dimensión:		Estudio de tiempos	
II. Datos y resultados			
Operación		Tiempo Estándar min.	Tiempo Estándar horas
1	habilitado	58.06	0.97
2	prensado	322.70	5.38
3	soldado	354.46	5.91
4	pintado	78.49	1.31

Fuente: Elaboración propia

2° paso: Registrar

En esta etapa se registrará toda la información sobre el método de trabajo actual del proceso seleccionado, para comenzar con esta etapa, se extraerá el DAP de línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, asimismo se establece exactamente qué actividades que agregan y no valor a este proceso, teniendo en cuenta el tiempo y las distancias recorridas. Un punto de suma importancia en esta etapa es que la información registrada sea correcta para lograr el objetivo del trabajo de investigación.

A continuación, se muestra el DAP elaborado de la línea de producción de pisos grating para el caso de estudio. Cabe resaltar que existen un total de 101 actividades en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel. Las mismas que estas están distribuidas de la siguiente manera: 69 operaciones, 13 transportes, 5 inspecciones, 8 demoras y 6 operaciones combinadas.

Tabla N° 60: Resultados de la medición de métodos

Descripción			Oper.	Trans.	Insp.	Demo.	Comb.	Alm.	Tiempo	Obs.
It.	Operación	Actividad	○	⇨	□	D	◎	▽	Min.	
1	Habilitado	Ir a la oficina de producción	○	⇨	□	D	◎	▽	3.00	NAV
2		Coger lapicero	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
3		Anotar el requerimiento	●	⇨	□	D	◎	▽	1.00	AV
4		Entregar solicitud	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
5		Esperar la impresión de la OF	○	⇨	□	●	◎	▽	2.00	NAV
6		Esperar busqueda de plano	○	⇨	□	●	◎	▽	3.00	NAV
7		Verificación de OF y plano	○	⇨	●	D	◎	▽	2.00	NAV
8		Ir a la zona de habilitado	○	●	□	D	◎	▽	2.00	NAV
9		Coger lapicero	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	NAV
10		Anotar el requerimiento de materiales	●	⇨	□	D	◎	▽	1.00	NAV
11		Colocarse EPP	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
12		Ir al andamio de materiales	○	●	□	D	◎	▽	1.00	NAV
13		Coger calibrador	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
14		Medir los materiales	○	⇨	●	D	◎	▽	2.00	NAV
15		Guardar el calibrador	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV
16		Habilitar material	○	●	□	D	◎	▽	35.00	NAV
17		Llevar OF y plano al prensador	○	●	□	D	◎	▽	2.00	NAV
18		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◎	▽	0.50	AV

19		Verificar el plano	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
20		Ir al stand de postizos y matrices	○	⇨	□	D	◯	▽	1.00	NAV
21		Selección de matriz de corte	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
22		Verificar la matriz de corte	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
23		Llevar la matriz hacia la prensa	○	⇨	□	D	◯	▽	1.00	NAV
24		Buscar herram. para la programación	○	⇨	□	●	◯	▽	13.00	NAV
25		Colocar las paralelas	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
26		Coger toma	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
27		Enroscar el perno	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
28		Ajustar la toma	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
29		Colocar la matriz sobre las paralelas	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
30		Centrar la matriz	○	⇨	□	D	●	▽	2.00	AV
31		Bajar la volante de la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
32		Regular altura	○	⇨	□	D	●	▽	5.00	AV
33		Colocar bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
34		Ajustar el bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
35		Coger los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
36		Colocar los sujetadores en la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
37		Nivelar la altura de los sujetadores	○	⇨	□	D	●	▽	3.00	AV
38		Ajustar los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
39		Subir la volante de la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
40	Prensado	Buscar tope	○	⇨	□	●	◯	▽	3.00	NAV
41		Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
42		Colocar el tope externo	○	⇨	□	D	●	▽	6.00	AV
43		Soldar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
44		Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
45		Prensado de platinas	●	⇨	□	D	◯	▽	140.00	NAV
46		Buscar la amoladora y disco	○	⇨	□	●	◯	▽	8.00	NAV
47		Cambiar disco de la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	4.00	AV
48		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
49		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
50		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
51		Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
52		Colocar el tope para la varilla	○	⇨	□	D	●	▽	6.00	AV
53		Soldar el tope para la varilla	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV

54		Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
55		Prensado de varillas	●	⇨	□	D	◯	▽	12.00	AV
56		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
57		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
58		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
59		Desprogramar la matriz	●	⇨	□	D	◯	▽	20.00	AV
60		Llevar matriz al stand	○	⇨	□	D	◯	▽	1.00	NAV
61		Trasladar el mat. hacia el soldado	○	⇨	□	D	◯	▽	35.00	NAV
62		Llevar OF y plano al soldador	○	⇨	□	D	◯	▽	2.00	NAV
63		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
64		Verificar el plano	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
65		Subir material hacia la mesa	●	⇨	□	D	◯	▽	15.00	NAV
66		Soldar la mitad del marco	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
67		Coger los dispositivos de separación	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
68		Apuntalar los dispositivos de separación	●	⇨	□	D	◯	▽	6.00	AV
69		Colocar las platinas en los dispositivos	●	⇨	□	D	◯	▽	30.00	AV
70		Colocar las varillas en los canales	●	⇨	□	D	◯	▽	10.00	AV
71		Apuntalar la estructura	●	⇨	□	D	◯	▽	75.00	AV
72		Soldar la otra mitad del marco	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
73	Soldado	Buscar la amoladora y disco	○	⇨	□	●	◯	▽	8.00	NAV
74		Cambiar disco de la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	4.00	AV
75		Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
76		Retirar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
77		Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
78		Voltear el piso para asegurar	●	⇨	□	D	◯	▽	15.00	AV
79		Soldar la estructura	●	⇨	□	D	◯	▽	130.00	AV
80		Enfriamiento	○	⇨	□	●	◯	▽	15.00	NAV
81		Bajar el piso y colocarlos sobre rodillos	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
82		Trasladar el piso hacia el pintado	○	⇨	□	D	◯	▽	12.00	NAV
83		Llevar OF y plano al soldador	○	⇨	□	D	◯	▽	2.00	NAV
84		Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
85		Coger la pintura	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
86		Colocar la pintura en un recepiente	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
87		Coger el thinner	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV

88	Pintado	Colocar el thinner en el mismo recipiente	●	⇨	□	D	▢	▽	1.00	AV
89		Coger varilla	●	⇨	□	D	▢	▽	1.00	AV
90		Mover hasta diluir	○	⇨	□	D	▢	▽	5.00	AV
91		Coger la pistola de pintar	●	⇨	□	D	▢	▽	1.00	AV
92		Abrir la pistola de pintar	●	⇨	□	D	▢	▽	0.50	AV
93		Colocar la pintura en el deposito de la pistola	●	⇨	□	D	▢	▽	2.00	AV
94		Cerrar la pistola de pintar	●	⇨	□	D	▢	▽	0.50	AV
95		Encender la compresora	●	⇨	□	D	▢	▽	2.00	AV
96		Pintado de una cara	●	⇨	□	D	▢	▽	8.00	AV
97		Voltear el piso para pintar	●	⇨	□	D	▢	▽	15.00	AV
98		Pintado de la segunda cara	●	⇨	□	D	▢	▽	8.00	AV
99		Apagar la compresora	●	⇨	□	D	▢	▽	2.00	AV
100		Secado	○	⇨	□	●	▢	▽	10.00	NAV
101		Traslado a la zona de despacho	○	⇨	□	D	▢	▽	15.00	NAV
Total			69	13	5	8	6	0	798.00	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se extrae las actividades que no agregan valor del actual diagrama de actividades teniendo como resultado el siguiente indicador.

$$AAV = \frac{71}{101} x\ 100\%$$

$$AAV = 70.3\%$$

Es decir, la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel se tiene un AAV de 70.3%.

Tabla N°61: Resumen de actividades que no agregan valor

Item	Actividad	Tiempo (min)	Símbolo
1	Esperar la impresión de la OF	2.00	D
2	Esperar busqueda de plano	3.00	D
3	Ir a la zona de habilitado	2.00	⇨
4	Anotar el requerimiento de materiales	1.00	○
5	Ir al andamio de materiales	1.00	⇨
6	Medir los materiales	2.00	□
7	Habilitar material	35.00	⇨
8	Llevar OF y plano al prensador	2.00	⇨
9	Verificar el plano	2.00	□
10	Ir al stand de postizos y matrices	1.00	⇨
11	Verificar la matriz de corte	2.00	□
12	Llevar la matriz hacia la prensa	1.00	⇨
13	Buscar herram. para la programación	13.00	D
14	Buscar tope	3.00	D
15	Buscar la amoladora y disco	8.00	D
16	Prensado de platinas	1.00	○
17	Llevar matriz al stand	1.00	⇨
18	Trasladar el mat. hacia el soldado	35.00	⇨
19	Llevar OF y plano al soldador	2.00	⇨
20	Verificar el plano	2.00	□
21	Buscar la amoladora y disco	8.00	D
22	Enfriamiento	15.00	D
23	Trasladar el piso hacia el pintado	12.00	⇨
24	Llevar OF y plano al soldador	2.00	⇨
25	Secado	10.00	D
26	Traslado a la zona de despacho	15.00	⇨

Fuente: Elaboración propia

3° paso: Examinar

Luego de la etapa de registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la tercera etapa: Examinar. Para empezar, se aplica la técnica del interrogatorio sistemático para obtener un análisis crítico del método de trabajo actual, así se podrá conocer en qué consisten y para que se efectúan algunas actividades que no agregan valor.

Actividad: Esperar la impresión de la OF

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El asistente del jefe de producción imprime las ordenes de fabricación en el momento que se le solicita, mientras el operario del habilitado tiene que esperar

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Para tener un documento que exprese una orden de trabajo.

Actividad: Esperar búsqueda de plano

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El asistente del jefe de producción busca el plano en su armario, de no encontrarlo, tiene que imprimirlo, mientras tanto el operario espera.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque el plano es un documento importante debido a que tiene las dimensiones que el cliente exige.

Actividad: Anotar el requerimiento de materiales

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario debe registrar en el formato de requerimiento la salida de los materiales que empleará para la fabricación de los pisos grating

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque el requerimiento sirve para descontar la materia prima utilizada del stock de materiales.

Actividad: Medir los materiales

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario mide el material para corroborar que es la materia prima solicitada en el requerimiento.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Para evitar errores de especificaciones técnicas.

Actividad: Habilitar material

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario lleva los materiales de forma manual hacia la prensa, el recorrido que realiza es de 12 metros ida y 12 metros de vuelta, lleva una carga de 4 platinas, dicha carga pesa aproximadamente 16 kilos. y esta actividad la repite las veces que sea necesario hasta despachar la cantidad expresada en el plano.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para trasladar la materia prima desde el habilitado hasta la prensa, por tal motivo se realiza de forma manual.

Actividad: Buscar herramientas para la programación

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario busca las herramientas pertinentes para la programación de la matriz de corte.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque en la empresa no tienen las herramientas ordenadas ni clasificadas.

Actividad: Buscar tope

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario busca un pedazo de material (merma) el cual le servirá como limitación para obtener las dimensiones exigidas en el plano

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con un almacenamiento de topes.

Actividad: Prensado de platinas

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario ejecuta el prensado, pero esta actividad consta de subir el material, luego hacer los 59 piquetes, y luego dejar la platina a un costado. Esta actividad la realiza en las 29 platinas. El tiempo de ejecución de cada piquete es de 3 segundos. Asimismo, El diseño de la matriz es deficiente debido a que los pines se rompen casi al terminar cada paquete de platinas, este conlleva en muchos casos a para la máquina para reponerlos.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para levantar la materia prima hacia la altura donde se ejecutará el prensado, por tal motivo se realiza de forma manual. Asimismo, el diseño de la matriz adoptada por la empresa debido a que el diseño fue sugerido por el jefe de producción.

Actividad: Buscar la amoladora y el disco de corte

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario busca la máquina herramienta llamada amoladora, para romper el tope que asigno para las platinas

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque en la empresa solo hay 2 amoladoras, sin embargo, una se encuentra malograda y la otra se deben compartir entre el prensado y el soldado.

Actividad: Trasladar el material hacia el soldado

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario lleva los materiales de forma manual hacia la mesa de soldar, el recorrido que realiza es de 10 metros ida y 10 metros de vuelta, lleva una carga de 4 platinas, dicha carga pesa aproximadamente 16 kilos. y esta operación la repite las veces que sea necesario hasta terminar de despachar la cantidad prensada.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para trasladar la materia prima desde el prensado hasta el soldado, por tal motivo se realiza de forma manual.

Actividad: Subir material hacia la mesa

Pregunta. ¿Qué se hace?

− Esta actividad consta de subir el material, hacia la mesa de soldado. Esta actividad la realiza en las 29 platinas. El tiempo de ejecución es de cada piquete es de 30 segundos por platina.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para levantar la materia prima hacia la altura donde se ejecutará el soldado, por tal motivo se realiza de forma manual.

Actividad: Colocar las platinas en los dispositivos

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario debe colocar las platinas en los canales después de soldar los dispositivos.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque las platinas deben encajar entre ellas.

Actividad: Buscar la amoladora

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario busca la máquina herramienta llamada amoladora, para romper los puntos de soldadura que se colocó en los dispositivos. Además, debe retirar el marco.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque se debe desunir la estructura de la mesa para que continúe con su siguiente actividad.

Actividad: Enfriamiento

Pregunta. ¿Qué se hace?

− Después de reforzar la estructura, la misma debe enfriarse para que pueda ser traslada hacia la siguiente operación. Mientras el operario busca los rodillos para trasladar el piso grating.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque el piso no puede pintarse caliente.

Actividad: Bajar el piso y colocarlos sobre rodillos

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario debe bajar el piso de la mesa de trabajo hacia el piso con la ayuda 2 personas más. La estructura pesa 130 kilos aproximadamente.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para descargar el piso grating, por tal motivo se realiza de forma manual.

Actividad: Trasladar el piso hacia el pintado

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario debe transportar el piso grating a la zona de pintado, el recorrido es de 8 metros y la estructura pesa 130 kilos aproximadamente.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para trasladar el piso grating, por tal motivo se realiza de forma manual.

Actividad: Traslado a la zona de despacho

Pregunta. ¿Qué se hace?

− El operario debe transportar el piso grating desde la zona de pintado hacia la zona de descarga, esto realiza con la ayuda 2 personas más, el recorrido es de 12 metros y la estructura pesa 130 kilos aproximadamente.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

− Porque la empresa no cuenta con maquinaria para trasladar el piso grating, por tal motivo se realiza de forma manual.

4° paso: Desarrollar

Para desarrollar el nuevo método es necesario analizar críticamente las actividades que componen cada operación de la línea de producción de pisos grating.

Actividad: Esperar la impresión de la OF

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería recoger la orden de fabricación cuando el operario llegue a la oficina de producción, para ello el asistente de producción debe tener impreso el documento con anticipación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar la espera en esta actividad. Y por consiguiente reducir el tiempo en esta operación.

Actividad: Esperar búsqueda de plano

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería recoger el plano cuando el operario llegue a la oficina de producción, para ello el asistente de producción debe tener el documento con anticipación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar la espera en esta actividad. Y por consiguiente reducir el tiempo en esta operación.

Actividad: Anotar el requerimiento de materiales

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería recoger el requerimiento cuando el operario llegue a la oficina de producción, para evitar la reducción la anotación de en el formato de salida de materiales. Para ello el asistente de producción debe tener impreso el documento con anticipación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar dos operaciones y se genera una nueva con menor tiempo.

Actividad: Medir los materiales

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería colocar un rotulo para la identificación del material de esta forma se evita de medir cada vez que se requiere el material.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar dos operaciones y una inspección.

Actividad: Habilitar material

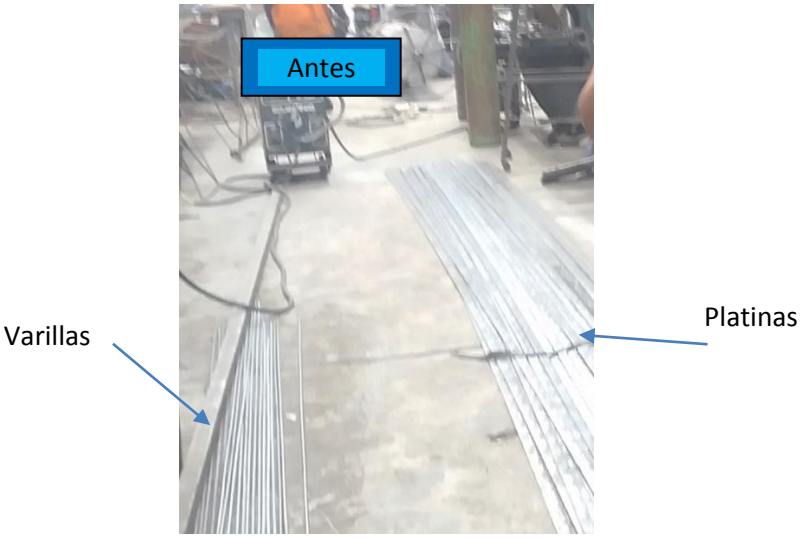
Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

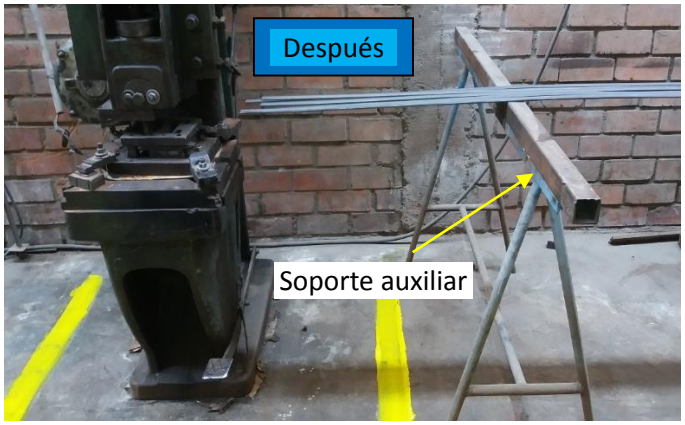
− Con la adquisición de un tecle mecánico, se debería colocar el material sobre dos tacos de madera para luego cargarlos con la ayuda del tecle. Luego el material debe ser descargado sobre el soporte auxiliar de la máquina de prensado para evitar que el operario jale su material desde el suelo.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede reducir el tiempo de traslado en la actividad.

Figura N°43: Habilitado de material





Fuente: Elaboración propia

Actividad: Buscar herramientas para la programación

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− El operario debe dirigirse hacia el stand de herramientas y coger las mismas que son necesarias para la realización de la programación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar una espera y se genera una nueva actividad.

Actividad: Buscar tope

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− El operario debe dirigirse hacia el stand de herramientas y coger el tope que necesita para la realización de la programación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar una espera y se genera una nueva actividad.

Actividad: Prensado de platinas

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Al encontrarse el material sobre el soporte auxiliar de la prensa, entonces el operario solo deje jalar su material y realizar el prensado sin la necesidad de pararse. Esta actividad se realiza en las 29 platinas a razón de 3 segundos por piquete. Asimismo, se determinó cambiar el diseño de la matriz anterior y se estableció realizar la matriz en bloques sólidos.

Tabla N° 62: Tiempos de la actividad prensado de platinas

	A	B	C	B x C	D	A + (B x C) + D
	Levantar platina (seg.)	Piquete en (seg.)	Cantidad de piquetes	Total (seg.)	Retirar (seg.)	Tiempo de actividad (seg.)
Antes	40	4	59	236	13	289
Después	7	4	59	236	6	249

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 63: Tiempos de la actividad prensado de platinas

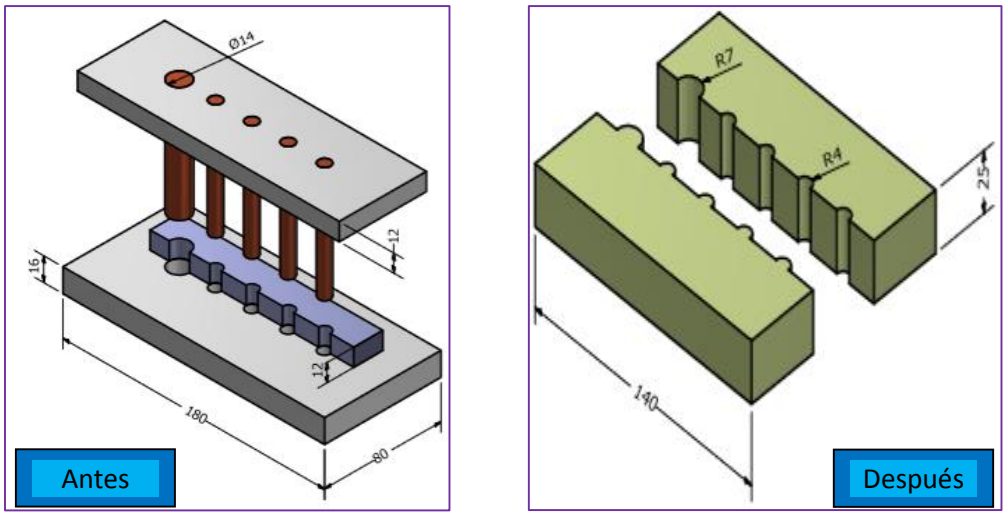
	Cantidad de platinas por piso	Tiempo de actividad (seg.)	Tiempo por piso (seg.)	Tiempo por piso (min.)
Antes	29	289	8381	140
Después	29	249	7221	120

Fuente: Elaboración propia

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede reducir el tiempo de ciclo de dicha actividad en 20 minutos. Asimismo, se determinó cambiar el diseño de la matriz debido a que los pines solo tienen una vida útil de un piso grating, esto debido a la longitud que tiene, se sugiere cambiar de diseño la matriz de prensado de platina.

Figura N°44: Diseño de la matriz



Fuente: Elaboración propia

Actividad: Buscar la amoladora y el disco de corte

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− El operario debe dirigirse hacia el stand de herramientas y coger la amoladora y el disco de corte para la realización de la siguiente actividad.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar una espera y se genera una nueva actividad.

Actividad: Trasladar el material hacia el soldado

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería cargar el material con la ayuda del tecle. Luego el material debe ser descargado sobre la mesa auxiliar de soldado para evitar que el operario suba el material desde el suelo.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede reducir la actividad de subir el material y a la vez el tiempo de traslado en la actividad.

Figura N° 45: Materiales colocados en el suelo

Fuente: Elaboración propia

Actividad: Colocar las platinas en los dispositivos

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería cargar colocar el material de forma vertical con respecto a la mesa de soldado, Luego se debe colocar el dispositivo sobre las platinas y buscar encajar. Luego el material debe ser levantado con un gancho al momento de soldarse.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, al invertir las actividades se puede reducir el tiempo de la actividad mencionada hasta en 10 minutos.

Actividad: Buscar la amoladora

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− El operario debe dirigirse hacia el stand de herramientas y coger la amoladora para ejecutar la siguiente actividad.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede eliminar una espera y se genera una nueva actividad.

Actividad: Enfriamiento

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− El enfriamiento debe ejecutarse mientras se realizan las siguientes actividades, y no es necesario considerarlo dentro del diagrama de actividades. Esto debido a que ya no se ejecuta el traslado del piso en forma manual.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma se elimina una espera dentro de la operación de soldado.

Actividad: Bajar el piso y colocarlos sobre rodillos

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería enganchar el piso en la cadena del teche para ser trasladado a la siguiente zona de trabajo, aun estando a más de 45° Celsius de temperatura.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma se puede reducir el tiempo de la operación de soldado.

Actividad: Trasladar el piso hacia el pintado

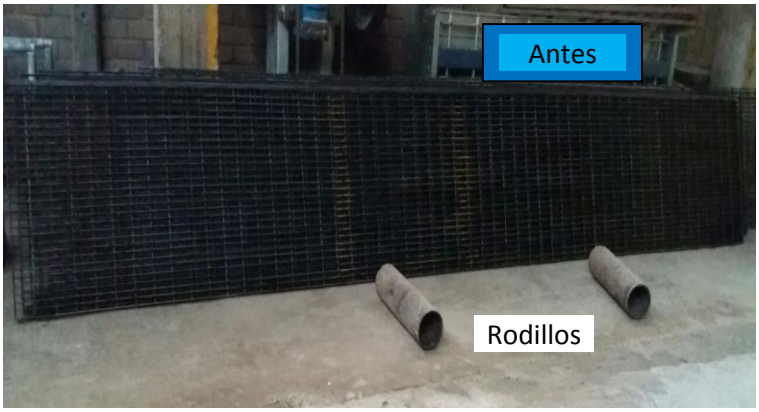
Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería trasladar el material con la ayuda del tecle. Luego el piso debe ser descargado sobre el caballete de pintado.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede reducir el tiempo de traslado en la actividad.

Figura N° 46: Traslado del piso grating antes



Fuente: Elaboración propia

Actividad: Traslado a la zona de despacho

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

− Se debería trasladar el material con la ayuda del tecle. Luego el piso debe ser descargado sobre dos tacos de madera para evitar dañar la superficie pintada.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

− Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se puede reducir el tiempo de traslado en la actividad.

5° paso: Evaluar

En esta etapa se analiza el costo del producto antes de la implementación. El costeo del producto inicial se realizó teniendo en cuenta el costo de la materia prima, mano de obra, costos indirectos de fabricación. En este caso, el producto es un piso grating.

Tabla N° 64: Costo de materia prima

Materia Prima	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
Platina 1" x 3/16" x 6m	Unidad	770	S/15.50	S/11,935.00
Varilla 3/8" x 9 m	Unidad	150	S/9.00	S/1,350.00
Electrodos E6011	Kg.	125	S/12.00	S/1,500.00
Total				S/14,785.00

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 50, muestra que el costo total es de S/. 14,785.00 por un mes de producción de pisos grating. Además, se procedió a realizar el análisis de costo de la mano de obra de la empresa.

Tabla N° 65: Costo de mano de obra con beneficios

Cálculo de Pago		
Operario	Sueldo	S/1,800.00
Vacaciones	8.33%	S/150.00
Gratificaciones	16.67%	S/300.00
CTS	8.33%	S/150.00
Es Salud	9.00%	S/162.00
Costo total		S/2,562.00

Cálculo de Pago		
Operario	Sueldo	S/1,200.00
Vacaciones	8.33%	S/100.00
Gratificaciones	16.67%	S/200.00
CTS	8.33%	S/100.00
Es Salud	9.00%	S/108.00
Costo total		S/1,708.00

Cálculo de Pago		
Operario	Sueldo	S/1,000.00
Vacaciones	8.33%	S/83.33
Gratificaciones	16.67%	S/166.67
CTS	8.33%	S/83.33
Es Salud	9.00%	S/90.00
Costo total		S/1,423.33

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la empresa cubre los beneficios de los trabajadores, esto también será tomado en cuenta, así como las horas extras utilizadas.

Tabla N° 66: Resumen del costo de mano de obra con beneficios

COSTO HORA - HOMBRE	
Personal	Sueldo por Hora
José Miranda	S/2,562.00
Jean García	S/1,708.00
César Ángeles	S/1,423.33
Andrés Quispe	S/1,423.33
Total	S/7,116.66

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 50, se determina que el costo total de la mano de obra es de S/. 7,116.66 por un mes de producción de pisos grating. A continuación, se presentan los costos indirectos de fabricación.

Tabla N° 67: Costos indirectos de fabricación

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Pintura	Galón	0.5	S/100.00	S/50.00
Thinner	Galón	1	S/120.00	S/120.00
Trapo Industrial	Galón	10	S/3.00	S/30.00
Postizos	Unidad	2	S/150.00	S/300.00
Llave	Unidad	5	S/10.00	S/50.00
Pernos	Unidad	50	S/3.00	S/150.00
Agua	Global	1	S/140.00	S/140.00
Luz	Global	1	S/1,850.00	S/1,850.00
Total				S/2,690.00

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 50, se determina que los costos indirectos de fabricación ascienden a S/. 2,690.00 por un mes de producción de pisos grating. A continuación, se presenta el costo variable unitario.

Tabla N° 68: Costo del producto inicial

	Costo Variable	Producción del mes	C. V. U.
Materia Prima	S/14,785.00	25	S/591.40
Mano de obra	S/7,116.66	25	S/284.67
CIF	S/2,690.00	25	S/107.60
Total			S/983.67

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario para producir un piso grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 983.67 nuevos soles.

6° paso: Determinar

En esta etapa se define el nuevo método. Esto, se realiza mediante la estricta aplicación de un Manual de actividades en la línea de producción de pisos grating del nuevo método de trabajo (Ver Anexo 10).

En el manual se tuvo en cuenta los nuevos métodos de trabajo; asimismo, también se realizará un plan de Aplicación 5S con la finalidad de mejorar el orden y la limpieza; y la propuesta de una nueva Distribución de Planta para reducir las distancias en los recorridos. Todo esto enfocado en incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating.

7° paso: Implementar

La etapa de implementación es el paso más decisivo del estudio de métodos, ya que, la mayoría de trabajadores de la compañía muestra resistencia al cambio, lo que es entendible debido a que están acostumbrados a trabajar de una manera que les parecía correcta.

Para la difusión del diagrama de actividades actualizado, es necesario realizar una presentación con todos los trabajadores involucrados, desde el jefe de producción hasta los operarios. La presentación debe consistir en la exposición del diagrama de actividades actualizado para la fabricación de pisos grating y del manual de actividades de trabajo, cuya finalidad es mantener dicho método de trabajo a lo largo del tiempo. Además, en la reunión los

trabajadores deben entender que al cambiar los métodos de trabajo se reducirá el tiempo útil (horas hombre trabajadas), reduciendo los costos de producción e incrementando la productividad de la empresa.

Tabla N° 69: Diagrama de actividades mejorado

Descripción		Oper.	Trans.	Insp.	Demo.	Comb.	Alm.	Tiempo	Obs.
Act.	Descripción	○	⇨	□	D	⬡	▽	Min.	
	HABILITADO								
1	Ir a la oficina de producción	○	⇨	□	D	⬡	▽	3.00	NAV
2	Coger lapicero	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
3	Anotar el requerimiento	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
4	Entregar solicitud	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
5	Recibir OF, plano y requerimiento	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
6	Verificación de OF, plano y requerimiento	○	⇨	■	D	⬡	▽	2.00	NAV
7	Ir a la zona de habilitado	○	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	NAV
8	Archivar el requerimiento de materiales	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
9	Colocarse EPP	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
10	Ir al andamio de materiales	○	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	NAV
11	Cargar el tecle	●	⇨	□	D	⬡	▽	7.00	AV
12	Llevar el material	○	⇨	□	D	⬡	▽	5.00	NAV
13	Llevar OF y plano al prensador	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
	PRENSADO								
14	Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
15	Verificar el plano	○	⇨	■	D	⬡	▽	2.00	NAV
16	Ir al stand de postizos y matrices	○	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	NAV
17	Selección de matriz de corte	●	⇨	□	D	⬡	▽	3.00	AV
18	Verificar la matriz de corte	○	⇨	■	D	⬡	▽	2.00	NAV
19	Llevar la matriz hacia la prensa	○	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	NAV
20	Seleccionar herramientas	●	⇨	□	D	⬡	▽	2.00	AV
21	Colocar las paralelas	●	⇨	□	D	⬡	▽	3.00	AV
22	Coger toma	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
23	Enroscar el perno	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
24	Ajustar la toma	●	⇨	□	D	⬡	▽	0.50	AV
25	Colocar la matriz sobre las paralelas	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
26	Centrar la matriz	○	⇨	□	D	●	▽	2.00	AV
27	Bajar la volante de la prensa	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV
28	Regular altura	○	⇨	□	D	●	▽	5.00	AV
29	Colocar bloque superior	●	⇨	□	D	⬡	▽	1.00	AV

29	Colocar bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
30	Ajustar el bloque superior	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
31	Coger los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
32	Colocar los sujetadores en la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
33	Nivelar la altura de los sujetadores	○	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
34	Ajustar los sujetadores	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
35	Subir la volante de la prensa	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
36	Seleccionar tope	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
37	Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
38	Colocar el tope externo	○	⇨	□	D	◯	▽	6.00	AV
39	Soldar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
40	Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
41	Prensado de platinas	●	⇨	□	D	◯	▽	120.00	AV
42	Coger la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	8.00	AV
43	Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
44	Retirar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
45	Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
46	Encender la máquina soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
47	Colocar el tope para la varilla	○	⇨	□	D	◯	▽	6.00	AV
48	Soldar el tope para la varilla	●	⇨	□	D	◯	▽	3.00	AV
49	Apagar la máquina de soldar	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
50	Prensado de varillas	●	⇨	□	D	◯	▽	12.00	AV
51	Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
52	Retirar el tope	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
53	Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
54	Desprogramar la matriz	●	⇨	□	D	◯	▽	20.00	AV
55	Llevar matriz al stand	○	⇨	□	D	◯	▽	1.00	NAV
56	Cargar el tecle	●	⇨	□	D	◯	▽	4.00	AV
57	Trasladar el mat. hacia el soldado	○	⇨	□	D	◯	▽	5.00	NAV
58	Llevar OF y plano al soldador	○	⇨	□	D	◯	▽	2.00	NAV
	SOLDADO								
59	Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
60	Verificar el plano	○	⇨	■	D	◯	▽	2.00	NAV
61	Soldar la mitad del marco	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
62	Coger los dispositivos de separación	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
63	Colocar las platinas en los dispositivos	●	⇨	□	D	◯	▽	20.00	AV
64	Apuntalar los dispositivos	●	⇨	□	D	◯	▽	6.00	AV
65	Colocar las varillas en los canales	●	⇨	□	D	◯	▽	20.00	AV
66	Apuntalar la estructura	●	⇨	□	D	◯	▽	75.00	AV
67	Soldar la otra mitad del marco	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
68	Coger la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV

67	Soldar la otra mitad del marco	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
68	Coger la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
69	Cambiar disco de la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	4.00	AV
70	Conectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.50	AV
71	Retirar el dispositivo	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
72	Desconectar la amoladora	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
73	Voltear el piso para asegurar	●	⇨	□	D	◯	▽	15.00	AV
74	Soldar la estructura	●	⇨	□	D	◯	▽	130.00	AV
75	Cargar el tecle	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
76	Trasladar el piso hacia el pintado	○	⇨	□	D	◯	▽	5.00	NAV
77	Llevar OF y plano al soldador	○	⇨	□	D	◯	▽	2.00	NAV
	PINTADO								
78	Recepcionar la OF y plano	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
79	Coger la pintura	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
80	Colocar la pintura en un recepiente	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
81	Coger el thinner	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
82	Colocar el thinner en el mismo recipiente	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
83	Coger varilla	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
84	Mover hasta diluir	○	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
85	Coger la pistola de pintar	●	⇨	□	D	◯	▽	1.00	AV
86	Abrir la pistola de pintar	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
87	Colocar la pintura en el deposito de la pistola	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
88	Cerrar la pistola de pintar	●	⇨	□	D	◯	▽	0.50	AV
89	Encender la compresora	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
90	Pintado de una cara	●	⇨	□	D	◯	▽	8.00	AV
91	Voltear el piso para pintar	●	⇨	□	D	◯	▽	15.00	AV
92	Pintado de la segunda cara	●	⇨	□	D	◯	▽	8.00	AV
93	Apagar la compresora	●	⇨	□	D	◯	▽	2.00	AV
94	Cargar el tecle	●	⇨	□	D	◯	▽	5.00	AV
95	Traslado a la zona de despacho	○	⇨	□	D	◯	▽	5.00	NAV
	Total	73	12	4	0	6	0	646.00	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 38, el proceso de producción de pisos grating, después de la implementación de la mejora de métodos, contiene un total de 72 operaciones, 9 transportes, 4 inspecciones, 0 demoras y 6 operaciones combinadas haciendo un total de 92 actividades. Asimismo, se aprecian que 14 actividades no agregan valor al proceso de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel. y 78 actividades que sí agregan valor.

$$AAV = \frac{78}{92} x\ 100\% \qquad\qquad AAV = 84.8\%$$

Además, se determinó que el porcentaje de actividades que agregan valor al proceso de impresión es 84.8%.

8° paso: Mantener

Luego de la implementación del nuevo método, seguimos con la siguiente y última etapa, sin embargo, la mayoría de los trabajadores suelen a volver a usar los métodos de trabajo anteriores, por esto en esta etapa se comienza a controlar que continúen trabajando con lo explicado en la exposición con respecto al nuevo método de trabajo y el manual de actividades. El control se llevará a cabo con una exhaustiva inspección por parte de gerencia, quien se comprometió a entregar una copia del procedimiento de trabajo a cada trabajador, ver anexo 16. Además, se realizará un control dos veces por semana en un periodo de tres meses, tiempo aproximado para la total adopción de los nuevos métodos. Todo lo expuesto se va a realizar con la finalidad de mantener la reducción de las actividades que no agregan valor en la línea de fabricación de pisos grating la cual es de 14.5%.

Tabla N° 70: Comparación de la mejora de métodos

RESUMEN		
Actividad	Pre - Test	Tiempo (min)
Operación	69	587
Combinada	6	27
Inspección	5	10
Transporte	13	112
Demora	8	62
Almacenamiento	0	0
Total	101	798
AAV	71	70.3%
ANAV	30	29.7%

RESUMEN		
Actividad	Post - Test	Tiempo (min)
Operación	72	584
Combinada	6	27
Inspección	4	8
Transporte	9	27
Demora	0	0
Almacenamiento	0	0
Total	92	646
AAV	78	84.8%
ANAV	14	15.2%

Fuente: Elaboración propia

Estudio de tiempos:

En segundo lugar, se procede a tomar los tiempos de todas las actividades de trabajo de la línea de producción de pisos grating que se identificaron en la medición de métodos mejorado. Asimismo, para el levantamiento de información pertinente para el estudio se emplea el formato de medición de tiempos que se elaboró en el desarrollo del proyecto de investigación. En la siguiente tabla se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos.

Tabla N°71: Toma de tiempos del DAP mejorado de la línea de producción de pisos grating

Formato para estudio de tiempos

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Toma 11	Toma 12	Toma 13	Toma 14	Toma 15
1	Habilitado	25.2	25.2	25.2	25.2	27.3	25.2	27.3	26.3	26.3	26.3	26.3	27.3	27.3	25.2	25.2
2	Prensado	252.0	252.0	256.2	255.2	256.2	255.2	255.2	253.1	255.2	255.2	255.2	252.0	256.2	252.0	252.0
3	Soldado	301.6	306.6	304.5	307.7	306.6	304.5	307.7	305.6	307.7	304.5	305.6	305.6	304.5	304.5	307.7
4	Pintado	60.3	60.3	62.4	62.4	61.4	62.4	60.3	60.3	61.4	60.3	61.4	61.4	60.3	62.4	61.4
ciclo en minutos		639.1	644.1	648.3	650.4	651.5	647.3	650.4	645.2	650.4	646.2	648.3	646.2	648.3	644.1	646.2
ciclo en horas		10.7	10.7	10.8	10.8	10.9	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.7	10.8
Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 16	Toma 17	Toma 18	Toma 19	Toma 20	Toma 21	Toma 22	Toma 23	Toma 24	Toma 25	Toma 26	Toma 27	Toma 28	Toma 29	Toma 30
1	Habilitado	27.3	25.2	27.3	25.2	27.3	26.3	27.3	27.3	26.3	26.3	27.3	26.3	26.3	25.2	27.3
2	Prensado	253.1	253.1	252.0	252.0	253.1	252.0	252.0	254.1	253.1	256.2	253.1	252.0	255.2	253.1	252.0
3	Soldado	304.5	307.7	306.6	305.6	306.6	304.5	304.5	305.6	305.6	304.5	304.5	305.6	305.6	304.5	304.5
4	Pintado	62.4	62.4	62.4	61.4	61.4	61.4	62.4	60.3	61.4	62.4	61.4	62.4	62.4	60.3	62.4
Ciclo en minutos		647.3	648.3	648.3	644.1	648.3	644.1	646.2	647.3	646.2	649.4	646.2	646.2	649.4	643.1	646.2
Ciclo en horas		10.8	10.8	10.8	10.7	10.8	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.7	10.8

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior muestra los tiempos observados en minutos de las 4 operaciones que intervienen en la producción de pisos grating. Asimismo, se observaron 30 tomas realizados

entre el periodo de setiembre a octubre del 2018. En la siguiente tabla se presenta la aplicación de la fórmula de Kanawaty para conocer el número de datos o muestras requeridas para efectuar el cálculo del tiempo estándar.

Tabla N°72: Cálculo de muestras para la toma de tiempos

I. Información General				
Línea				Pisos grating
Variable dependiente				Estudio del trabajo
Elaborado				Charles Vargas
Operación		$\sum x$	$\sum x$^2	$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2$
1	Habilitado	788.6	20750	1
2	Prensado	7608.3	1929615	2
3	Soldado	9164.7	2799749	1
4	Pintado	1845.0	113484	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia la cantidad de muestras que se deben tomar para el cálculo del nuevo tiempo estándar. Asimismo, dichas muestras han sido tomadas en el periodo de mayo a junio del 2018, teniendo en cuenta solo el número que corresponde a cada operación.

Tabla N° 73: Toma de tiempos observados en la línea de producción de pisos grating

I. Información General							
Línea				Pisos grating			
Variable dependiente				Estudio del trabajo			
Elaborado				Charles Vargas			
Operación		1	2	3	4	5	Promedio
1	Habilitado	26.3					26.3
2	Prensado	252.0	253.1				252.5
3	Soldado	305.6					305.6
4	Pintado	61.4					61.4

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtener el tiempo observado se procede a calcular el tiempo estándar según los valores de la tabla de Westinghouse, la cual brindará datos importantes de la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia del trabajo realizado en la línea, y que deben estar presentes para el cálculo del mismo. Y los suplementos se obtienen según los porcentajes expresados en las tablas de MOORI. (2016, pp. 43-48).

Tabla N° 74: Nuevo tiempo estándar para la línea de producción de pisos grating

Formato para estudio de tiempos

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Promedio del tiempo observado	Westinghouse				Factor de Valoración	Tiempo Normal	Suplementos		Total suplementos	Tiempo Estándar min.	Tiempo Estándar horas
			H	E	CD	CS			NP	NF			
1	Habilitado	26.30	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	23.66	0.05	0.08	0.13	26.73	0.45
2	Prensado	252.50	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	228.25	0.05	0.08	0.13	257.92	4.30
3	Soldado	305.60	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	274.94	0.05	0.08	0.13	310.68	5.18
4	Pintado	61.40	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.90	55.35	0.05	0.08	0.13	62.54	1.04
Total												657.88	10.96

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se aprecia el cálculo del nuevo tiempo estándar para la producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, la cual da como resultado un tiempo total de **657.9 minutos**.

Implementación de las 5S

Para obtener éxito de la implementación de las 5S, se necesita conocer cuál es el alcance en el área de producción; es decir, se implementará en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel. Asimismo, es imperativo acentuar 2 puntos estratégicos que serán los pilares de esta implementación, estos son:

- Ejecutar una constante capacitación de todos los involucrados en la línea de producción de pisos grating a través de auditorías programadas, esto comprende desde la gerencia hasta los operarios de producción, para que comprendan en que consiste la filosofía y el programa de la metodología de las 5S.

- Tener claramente determinados los objetivos y metas de la implementación y darlos manifestarlos al momento de ejecutar las diferentes etapas, con la finalidad de lograr que las zonas de trabajo donde se desarrollan las operaciones se encuentren ordenadas, limpias y libre de objetos innecesarios.

Antes de la implementación 5S, se va a capacitar al personal en dicha metodología mediante un curso orientado a todos los trabajadores de la línea de producción. También se va a elaborar textos y materiales necesarios para dicha capacitación.

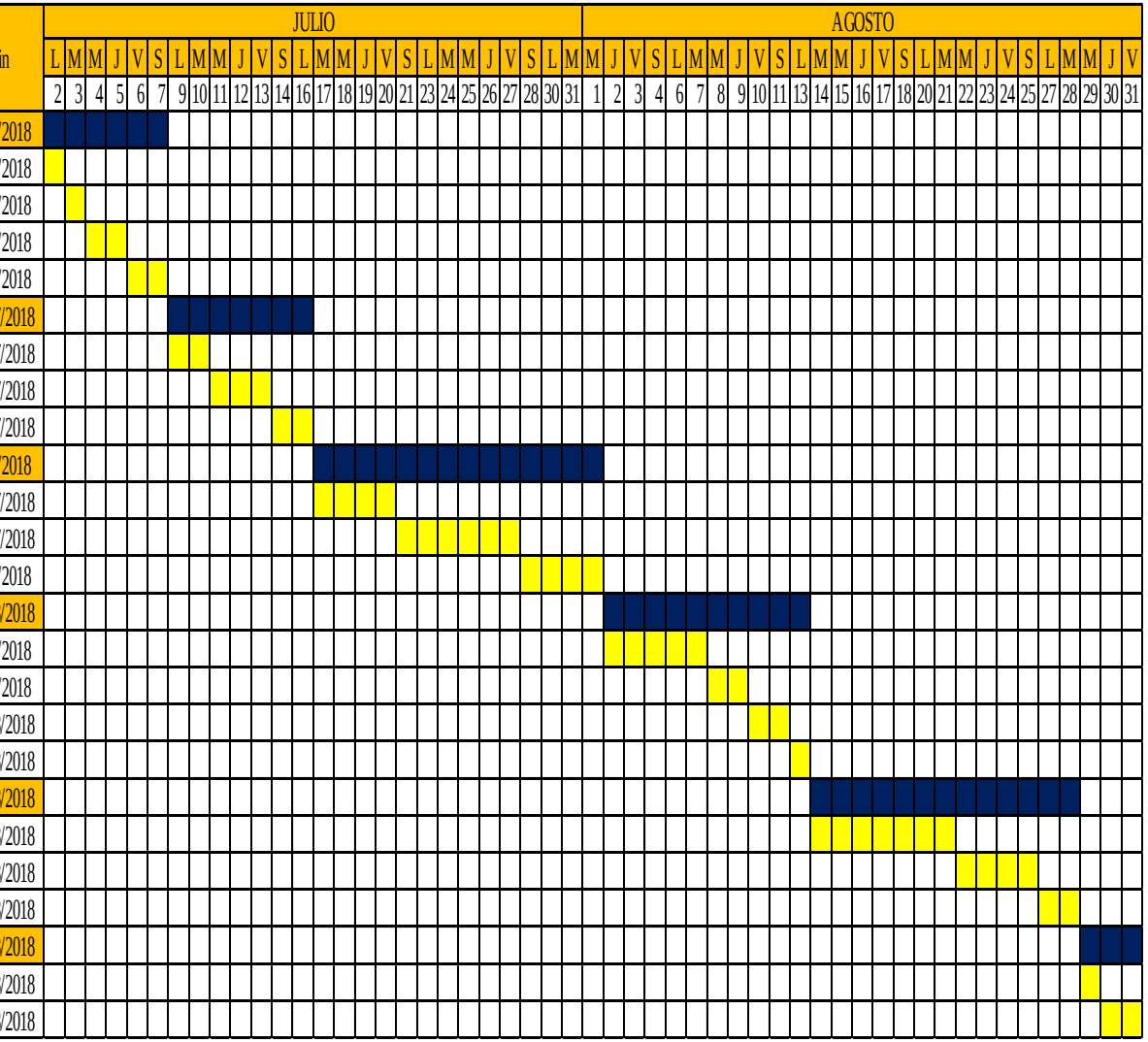
Figura N° 47: Filosofía de las 5s

Fuente: 5SMAS1

A continuación, se muestra el desarrollo del cronograma de la implementación de las 5S en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

Tabla N° 75: Cronograma de la implementación de las 5 S

Actividades	Duración	Comienzo	Fin
Actividades preliminares	6 días	2/07/2018	7/07/2018
Sensibilización	1 día	2/07/2018	2/07/2018
Formación de equipos de trabajo	1 día	3/07/2018	3/07/2018
Entrenamiento de personal involucrado	2 días	4/07/2018	5/07/2018
Auditoria inicial de las 5S	2 días	6/07/2018	7/07/2018
1° S: Seleccionar	7 días	9/07/2018	16/07/2018
Establecer criterios de descarte	2 días	9/07/2018	10/07/2018
Clasificar recursos	3 días	11/07/2018	13/07/2018
Hacer y colocar tarjetas rojas	2 días	14/07/2018	16/07/2018
2° S: Ordenar	14 días	17/07/2018	1/08/2018
Designar espacios	4 días	17/07/2018	20/07/2018
Ubicar y designar los accesorios	6 días	21/07/2018	27/07/2018
Delimitar áreas, etiquetar en almacén	4 días	28/07/2018	1/08/2018
3° S: Limpiar	10 días	2/08/2018	13/08/2018
Identificar y erradicar fuentes de suciedad	5 día	2/08/2018	7/08/2018
Asignación de limpieza por operación	2 días	8/08/2018	9/08/2018
Establecer programa de limpieza	2 días	10/08/2018	11/08/2018
Concientizar para mantener limpio	1 día	13/08/2018	13/08/2018
4° S: Estandarizar	13 diás	14/08/2018	27/08/2018
Definir estandares	7 días	14/08/2018	21/08/2018
Establecer control visual	4 días	22/08/2018	25/08/2018
Colocación de señales de evacuación, epps	2 días	27/08/2018	28/08/2018
5° S: Disciplina	3 días	29/08/2018	31/08/2018
Compromiso del personal	1 día	29/08/2018	29/08/2018
Auditoria final de las 5S	2 días	30/08/2018	31/08/2018



Fuente: Elaboración propia

La implementación de la metodología 5S es sencilla, sin embargo, se necesita de mucha constancia para mantenerla en el tiempo. Asimismo, con el éxito de dicha implementación, se logra incrementar la productividad en la línea de fabricación de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel. Para ello se deben seguir los pasos que indica SANTOS, WYSK y TORRES (2015, pp. 171 - 176).

Actividades Preliminares, son las primeras actividades que se debe de realizar previamente al inicio de la implementación de las 5S.

Sensibilización: en esta actividad, se brinda una capacitación a todo el personal de la empresa involucrada, es decir a los trabajadores de la línea de fabricación de pisos grating, principalmente para darles a conocer la metodología 5S y lo que se planea realizar y conseguir en cada "S".

Figura N° 48: Sensibilización

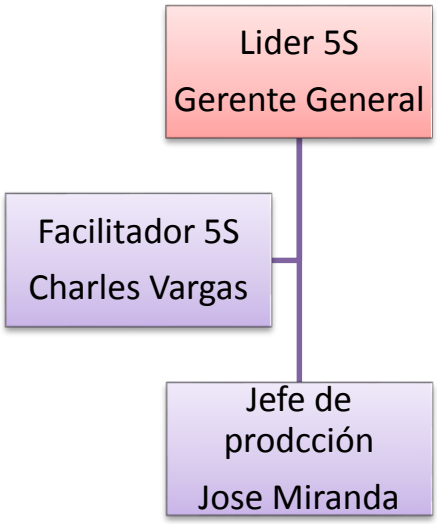
Fuente: Elaboración propia

La charla fue brindada el miércoles 2 de julio del 2018, tuvo una duración de 60 minutos y se realizó en las instalaciones de la compañía, previa coordinación con el jefe de producción. Dicha charla fue dirigida hacia todo el personal de la línea de producción de pisos grating.

Cabe resaltar que, al finalizar la charla, los trabajadores quedaron motivados y mostraron mucho interés sobre la implementación de dicha metodología en la empresa, por lo que se decidió continuar con la siguiente actividad.

Formación de equipos de trabajo: Una de las etapas más significativas para la implementación exitosa de la metodología 5s es definir las actividades a cumplir en cada una de las etapas de la implementación y optar por el equipo de apoyo en cada una de estas. Seguidamente, se presenta el organigrama estructural de las 5s

Figura N° 36: Organigrama estructural 5s



Fuente: Elaboración propia

El organigrama estructural muestra el compromiso y el nivel de responsabilidad que toma el personal respecto a la evolución y desempeño de la metodología 5 S en cada operación de la línea de fabricación de pisos grating. Por consiguiente, cada integrante debe asegurarse de que las medidas tomadas y el propósito trazado para la implementación de las 5's sea realizado con eficiencia. Asimismo, de lo mencionado el líder 5's dirige las siguientes labores:

- Diagnóstico: Para lograrlo, se realiza el análisis de evaluación 5s en cada proceso, para que de esta manera se pueda determinar el nivel de aplicación 5's, las cuales serán mostradas más adelante.

- Registro fotográfico: Estas son la referencia del escenario real antes de aplicar la mejora, y que serán significativas para la comparación de resultados.

Entrenamiento del personal involucrado: Después de concretar al grupo de la mejora en 5S, se procedió a entrenar al personal de la línea de producción de pisos grating acerca de los pasos a seguir de la metodología 5S y se resolvieron todas las inquietudes. También se confeccionó el plan de implementación de la metodología, donde se visualizan las actividades a realizar a través un diagrama de Gantt (Tabla 45). Asimismo, en esta etapa, se realizó el anuncio oficial de dicha metodología en la línea de producción; para esto, se confeccionaron afiches alusivos a las actividades de las 5S, tal como se muestra a continuación:

Figura N° 49 Afiche 5S

Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico de la situación actual: Para constituir las prioridades y orden de la implementación se realiza el diagnóstico del estado actual en el que se encuentran los procesos de la línea de producción de la empresa, las cuales pasarán por el proceso de auditoria 5 S con el fin de identificar las áreas críticas a ser ordenadas.

Tabla N° 76: Formato de auditoría 5s en la empresa Mecánica Industrial Manuel

Formato de recolección de datos

Auditor:

Área auditada:

Fecha

	Pregunta Clave	Calif.
Fase: Clasificar	¿Las herramientas de trabajo están en buen estado para su uso?	
	¿Existen objetos sin uso en las maquinas herramientas?	
	¿Los pasillos están libres de obstáculos?	
	¿Las herramientas de trabajo están libres de objetos?	
Fase: Ordenar	¿Las áreas están debidamente identificadas?	
	¿Están delimitadas los equipos de trabajo y maquinaria?	
	¿Están identificados los equipos y maquinarias con etiquetas visibles?	
	¿Las herramientas están debidamente organizadas?	
Fase: Limpiar	¿El lugar de trabajo está limpio?	
	¿Las herramientas de trabajo se encuentran limpias?	
	¿El piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas?	
	¿Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida?	
Fase: Estandarizar	¿El personal conoce de procedimientos de trabajo?	
	¿Mantiene los códigos de las herramientas actualizados?	
	¿los letreros se encuentran estandarizados?	
	¿Se realizan capacitaciones?	
Fase: Disciplinar	¿Se sigue el cronograma propuesto?	
	¿Se ejecuta con responsabilidad la limpieza?	
	¿Recibe las capacitaciones programadas?	
	¿Los cuatro primeros pasos de las 5s son un habito en su área de trabajo?	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, Se debe tener en cuenta la puntuación máxima que puede otorgar una ficha de auditoria es de 60 puntos. Asimismo, la calificación se conseguirá de acuerdo a la percepción del auditor, cabe resaltar que, la opinión debe ser la más objetiva posible. Por lo tanto, se elabora la siguiente guía de calificación

Figura N° 50: Guía de Calificación

Guía de calificación
0 = No hay implementacion
1 = Un 30% de cumplimiento
2 = Cumple al 65%
3 = Un 95% de cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, con la obtención de las calificaciones dadas por el auditor sobre la implementación de las 5 S en las operaciones de la línea de fabricación de pisos grating, se procede a comprobar si las mismas cumplen el nivel deseado de aceptación. Dicho puntaje obtenido en porcentaje se compara en la escala de aprobación para obtener el resultado. Véase en la siguiente figura dicha escala.

Figura N° 51: Escala de aprobación

Escala de aprobación	
Malo	< 50%
Regular	> 50%
Bueno	> 70%
Excelente	> 90%

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra el formato que se utilizará para efectuar las auditorias y definir el estado en el que se encuentra cada operación de la línea de producción de pisos grating de la empresa, los valores que obtendrá cada fase serán dependiendo de las escalas expuestas en la guía de calificación, una vez realizada la auditoria se procede a identificar las áreas críticas de la empresa a ser ordenadas. A continuación, se muestran los resultados de la auditoria 5s en cada operación de la línea de producción de pisos grating.

Tabla N° 77: Resultados de la auditoria 5S

Ficha de auditoría

I. Información General

Auditor: José Miranda

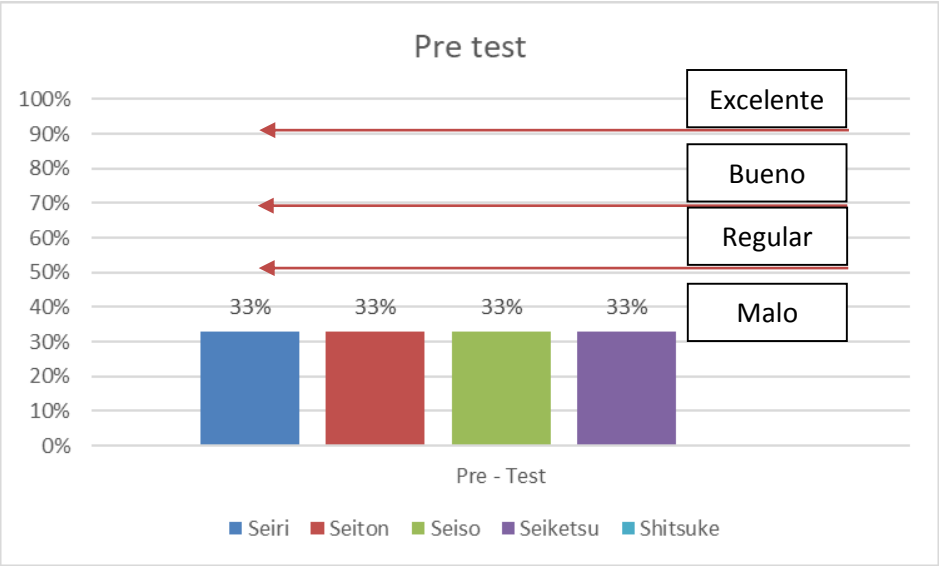
Línea auditada: Pisos grating

Fecha	S	Puntuación				Puntaje planificado	Indicador de cumplimiento	Fecha	S	Puntuación				Puntaje planificado	Indicador de cumplimiento
		1	2	3	Total					1	2	3	Total		
4/08/2018 Habilitado	Seiri	1	0	0	1	3	33%	4/08/2018 Soldado	Seiri	1	0	0	1	3	33%
	Seiton	1	0	0	1	3	33%		Seiton	1	0	0	1	3	33%
	Seiso	1	0	0	1	3	33%		Seiso	1	0	0	1	3	33%
	Seiketsu	1	0	0	1	3	33%		Seiketsu	1	0	0	1	3	33%
	Shitsuke	0	0	0	0	3	0%		Shitsuke	0	0	0	0	3	0%
4/08/2018 Prensado	Seiri	1	0	0	1	3	33%	4/08/2018 Pintado	Seiri	1	0	0	1	3	33%
	Seiton	1	0	0	1	3	33%		Seiton	1	0	0	1	3	33%
	Seiso	1	0	0	1	3	33%		Seiso	1	0	0	1	3	33%
	Seiketsu	1	0	0	1	3	33%		Seiketsu	1	0	0	1	3	33%
	Shitsuke	0	0	0	0	3	0%		Shitsuke	0	0	0	0	3	0%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtuvieron en la auditoría indica que existe solo un promedio 26.0% de conciencia de los trabajadores sobre el hábito de la clasificación, el orden y la limpieza en las operaciones que comprende la línea de fabricación de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

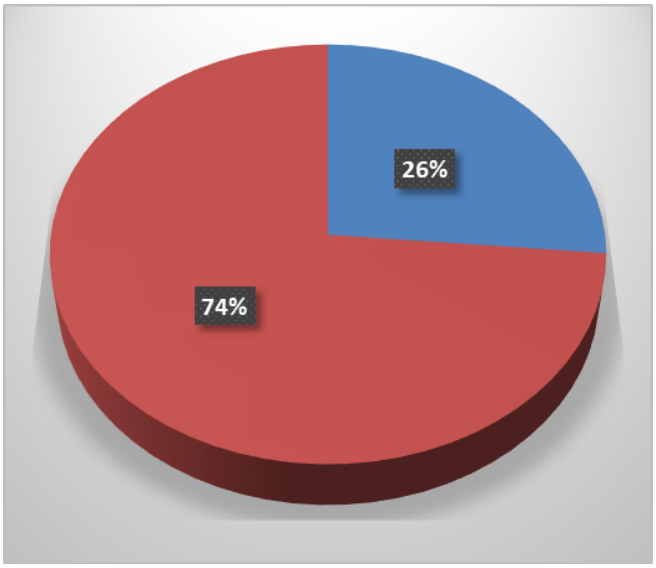
Figura N° 52: Resultado en el proceso de habilitado



Fuente: Elaboración propia

Asimismo; en la siguiente figura se observa que el nivel de oportunidad de la mejora respecto a las 5S en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 74.0%.

Figura N° 53: Nivel de oportunidad



Fuente: Elaboración propia

Etapa 1: Implementación de la primera s (Selección)

Seiri o Clasificar es la primera "S", consiste principalmente en retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios, y mantener los necesarios tan cerca como sea posible para los trabajadores que lo usen.

• ***Planificación***

A continuación, se detalla los criterios tomados en cuenta para la clasificación de los elementos en la línea de fabricación de pisos grating:

- **Diseño de la Tarjeta Roja:** las tarjetas rojas, aunque parezcan simples fueron de gran ayuda a la empresa, dado que describieron los elementos en necesarios e innecesarios, permitiendo después tomar una acción concerniente a ello. Para este caso, solo se prefirió por colocar etiquetas rojas, que mostraban que esos elementos deberían ser vueltos a su proceso de origen o ubicarlos en un nuevo proceso.

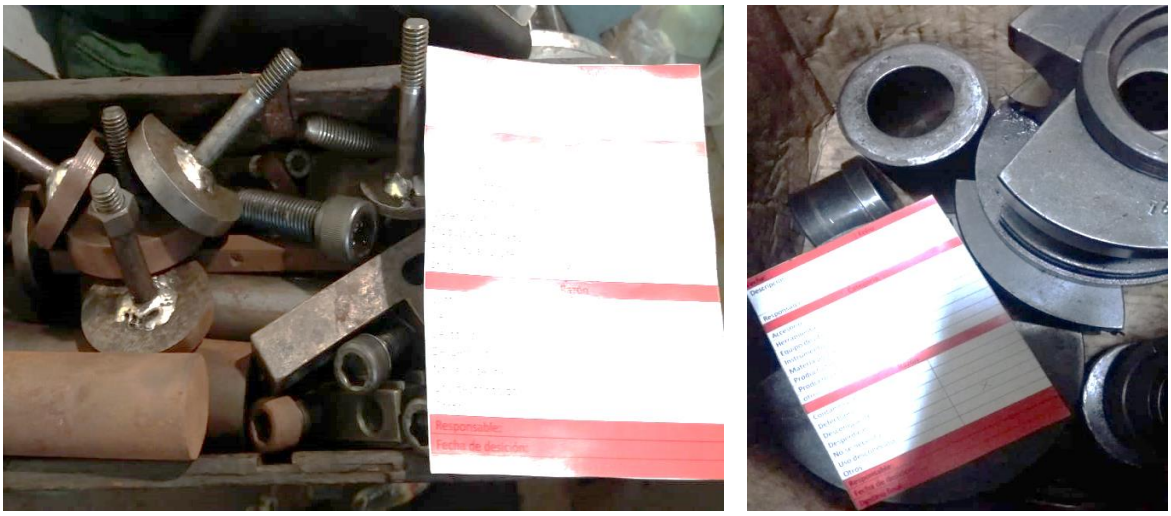
Figura N° 54: Diseño de la tarjeta roja

Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Categoria	
Accesorio	
Herramienta	
Equipo de oficina	
Instrumento de medición	
Materia prima	
Producto terminado	
Producto en proceso	
otros	
Razón	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
Uso desconocido	
Otros	
Responsable:	
Fecha de desición:	
Destino final:	

Fuente: Elaboración propia

La colocación de tarjetas se realizó con el apoyo de José Miranda, utilizando etiquetas rojas que permitieron una fácil personalización de material innecesario en las operaciones de la línea de producción de pisos grating, al reverso de este estaban los datos de descripción de material, y ubicación final para posterior movimiento. A continuación, se muestra el registro de material seleccionado con las tarjetas rojas, por ello, se presenta las evidencias fotográficas.

Figura N° 55: Tarjetas Rojas



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 78: Control de tarjetas rojas

Control de tarjetas rojas							
			Empresa: Mecánica Industrial Manuel		Línea de producción: Pisos grating		
			Elaborado por: Charles Vargas				
# Elem.	Fecha	Descripción	Categoria	Razón	Fecha de decisión	Destino final	Responsable
1	9/07/2018	Broca o 8	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
2	9/07/2018	Broca o 11	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
3	9/07/2018	Broca o 13	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
4	9/07/2018	Broca o 15	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
5	9/07/2018	Broca o 16	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
6	9/07/2018	Broca o 17	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
7	9/07/2018	Casco	otros	No se necesita	14/07/2018	Desechar	Jose Miranda
8	9/07/2018	Tacho	otros	No se necesita	14/07/2018	Reubicar	Jose Miranda
9	9/07/2018	Llave de boca	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
10	9/07/2018	Piedra de esmeril rota	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Desechar	Jose Miranda
11	9/07/2018	Plantilla para afilar	Instrumento de medición	No se necesita	14/07/2018	Armario	Jose Miranda
12	9/07/2018	Calibrador	Instrumento de medición	No se necesita	14/07/2018	Armario	Jose Miranda
13	9/07/2018	Pernos	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
14	9/07/2018	Tuercas	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
15	9/07/2018	Contrapunto	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
16	9/07/2018	Mordazas	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
17	9/07/2018	Rayador	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
18	9/07/2018	Tiza	otros	No se necesita	14/07/2018	Desechar	Jose Miranda
19	9/07/2018	Matrices	Accesorio	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
20	9/07/2018	Martillo	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Dejar en su lugar	Jose Miranda
21	9/07/2018	Bloque de acero	Materia prima	No se necesita	14/07/2018	Dejar en su lugar	Jose Miranda
22	9/07/2018	Disco de corte	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
23	9/07/2018	Disco de desbaste	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
24	9/07/2018	Cincel	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda
25	9/07/2018	Arco de sierra	Herramienta	No se necesita	14/07/2018	Almacén	Jose Miranda

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°53, expuesta en la página anterior da un resumen de la clasificación de los materiales y equipos ubicados en el almacén, según el ítem destino final se procede a hacer el levantamiento de los mismos a otras áreas de trabajo, si es que el material es incensario en la línea de producción; o se busca una ubicación en el almacén de ser un material necesario para el desarrollo de las actividades en la línea de producción de pisos grating.

Cabe mencionar que se realizó el mismo procedimiento para las 3 operaciones restantes con el fin de poder reubicar o desechar los elementos innecesarios y determinar una ubicación a los elementos que están destinados a quedarse en las áreas de trabajo que comprende la línea de producción de pisos grating.

Etapa 2: Implementación de la segunda S (Ordenar)

Siguiendo con la implementación de la metodología 5S, se procede con la fase de ordenar. En esta fase se realiza la delimitación de espacios de las maquinarias, y la ubicación e identificación de las herramientas de acuerdo a su uso.

Figura N° 56: Delimitación de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 57: Delimitación de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

En las figuras anteriores, se puede apreciar que ya se realizó la delimitación de la maquinaria y se puede decir que la mejora en el orden es notoria.

Criterios para la organización de las herramientas

En esta etapa se clasifican los materiales necesarios en las operaciones, para que puedan ser encontrados con mucha facilidad, precisando su lugar de ubicación estratégicamente, reduciendo los tiempos de búsqueda. Asimismo, para la clasificación de los materiales se tiene en cuenta los criterios de rotación, tipo de material, optimización del espacio, y uso.

Figura N° 58: Círculo de frecuencia de uso

Fuente: RODRÍGUEZ, Manual estrategia de las 5S

Para la distribución del anaquel en el almacén para los elementos de prensado se tomó como referencia el siguiente esquema de distribución de material. Todos los elementos que son necesarios para la elaboración de los pisos grating han sido agrupados en un armario que se encuentra en la zona prensado. La distribución de los materiales en el armario se realizó usando criterios de rotación, y frecuencia de uso, donde los niveles inferiores contienen partes de los postizos que se emplean en la operación del prensado. La distribución se aplica de la siguiente manera, en la primera fila se ubican las placa bases y salidas de pepas de las mismas, en el siguiente nivel se encuentran los topes de las matrices empleadas para el corte de las platinas y las varillas de ASTM A36, en el siguiente nivel se encuentran las prensa chapas de las matrices de corte, y en la parte superior se encuentran los postizos acerados de las matrices, estos postizos son los que logran cortar el material debido a la dureza de su estructura molecular. Los mismos que se encuentran distribuidos en dos niveles. El primer nivel tiene en su interior los postizos machos (pines). Y en el siguiente nivel, contiene los postizos hembra que son utilizados en el desarrollo de la operación. Véase en las siguientes imágenes.

Figura N° 59: Distribución de postizos

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se estableció un espacio para colocar depósitos con pernos cuya distribución es la siguiente, se ha ordenado separando las medidas del sistema internacional, es decir métricas, y las del sistema americano, es decir pulgadas. Además, se ha diversificado las medidas y los depósitos poseen etiquetas con la medida de los pernos para una fácil ubicación.

Figura N° 60: Distribución de pernos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 79: Registro de Elementos necesarios

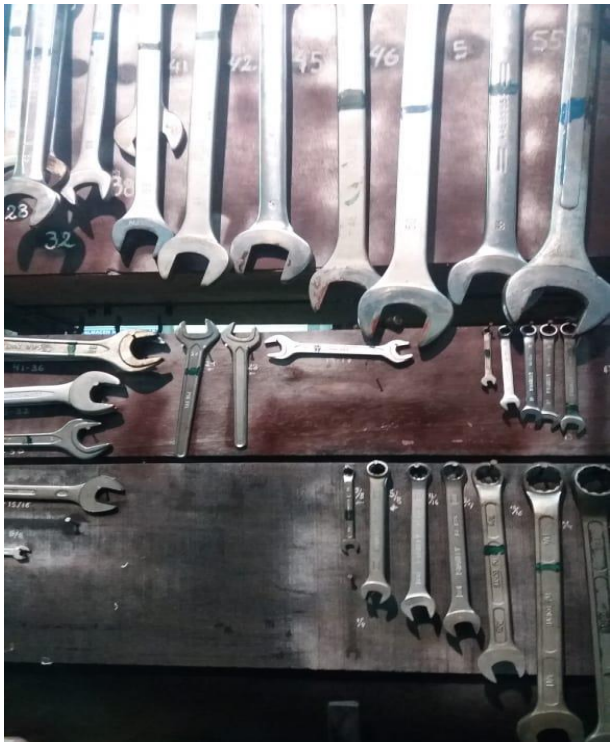
# Elem.	Descripción	Cant.	Ubicación	Tipo	Frecuencia	Ubicación
1	Llave de boca de 1/2"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
2	Llave de boca de 5/8"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
3	Llave de boca de 3/4"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
4	Llave de boca de 7/8"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
5	Llave de boca de 1"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
6	Llave de boca de 1 1/8"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
7	Llave de corona de 19 mm.	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
8	Llave de corona de 22 mm.	2	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
9	Llave de corona de 27 mm.	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
10	Llave de corona de 32 mm.	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
11	Llave de allen de 8 mm.	2	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
12	Llave de allen de 10 mm.	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
13	Llave de allen de 1/4"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
14	Llave de allen de 3/8"	2	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
15	Llave de allen de 1/2"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina
16	Llave francesa de 8"	1	Prensado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
17	Calibrador de 8"	2	Habilitado	Instrumento	A cada momento	Al lado de la máquina
18	Escuadra de 6"	1	Soldado	Instrumento	Varias veces por día	Al lado de la máquina
19	Martillo	2	Soldado	Herramienta	A cada momento	Al lado de la máquina
20	Pistola de pintar	1	Pintado	Herramienta	Varias veces por día	Al lado de la máquina
21	Maguera neumatica	1	Pintado	Herramienta	Varias veces por semana	Al lado de la máquina

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la zona de prensado se ha colocado en la parte superior las diversas llaves que se emplean en la misma operación. Estos se han ordenado sobre una madera donde se ha pintado la silueta de las llaves para una fácil ubicación, asimismo, se colocó en grupos por su tipo, es decir llaves de boca y llaves corona, el siguiente criterio fue por las medidas de las llaves, como se aprecia en la imagen, las mismas que están distribuidas de menor a mayor.

Cabe resaltar que estos elementos son de mayor rotación, en la línea de producción de los pisos grating.

Figura N° 61: Distribución de herramientas



Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Implementación de la tercera s (Limpiar)

Una vez implementada las dos primeras etapas de la metodología 5s, se procede a realizar la ejecución del SEISO, para ello debe tener en cuenta que la limpieza debe ser integral. Por lo tanto, se determinó que el día sábado 2 de agosto del 2018 se empiece a ejecutar la limpieza en toda la línea de fabricación de pisos grating. Además, en esta etapa se establecen los cronogramas de limpieza, derivando tiempo de la programación semanal, al cumplimiento de dichas actividades.

Identificar y erradicar fuentes de suciedad: Es necesario identificar los focos de suciedad en la línea de producción de pisos grating, para poder eliminarla; mediante la remoción de desperdicios, polvo y residuos sólidos.

Figura N° 62: Antes y después de la limpieza

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, es necesario establecer un espacio determinado para la acumulación de los desperdicios dentro del área de maestranza.

Figura N° 63: Zona de desperdicios

Fuente: Elaboración propia

Establecer programa de limpieza: Este cronograma se ha realizado teniendo en cuenta a todos los trabajadores de la línea de producción de pisos grating, los cuales son 3 integrantes.

Tabla N° 80: Programa de limpieza semanal de las operaciones en la empresa

Operación	Turno por día					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Habilitado	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García
Prensado	Cesar Ángeles	Cesar Ángeles	Cesar Ángeles	Cesar Ángeles	Cesar Ángeles	Cesar Ángeles
Soldado	Andrés Quispe	Andrés Quispe	Andrés Quispe	Andrés Quispe	Andrés Quispe	Andrés Quispe
Pintado	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García	Jean García

Fuente: Elaboración propia

Asignación de limpieza por operación: La limpieza va a permitir identificar a aquellos materiales directos que necesiten mantenimiento o reparación con anticipación, asegurando así una futura disponibilidad de espacios y de la maquinaria. Por lo tanto, se establece que espacios se deben limpiar por operación.

Tabla N° 81: Asignación de tareas de limpieza por operación

Item	Operación	Tarea
1	Habilitado	Barrer la entrada
2		Ordenar los materiales
3	Prensado	Limpiar la máquina
4		Ordenar los postizos
5		Desechar las mermas
6	Soldado	Ordenar los accesorios
7		Limpiar la escoria
8	Pintado	Ordenar los insumos
9		Barrer el área

Fuente: Elaboración propia

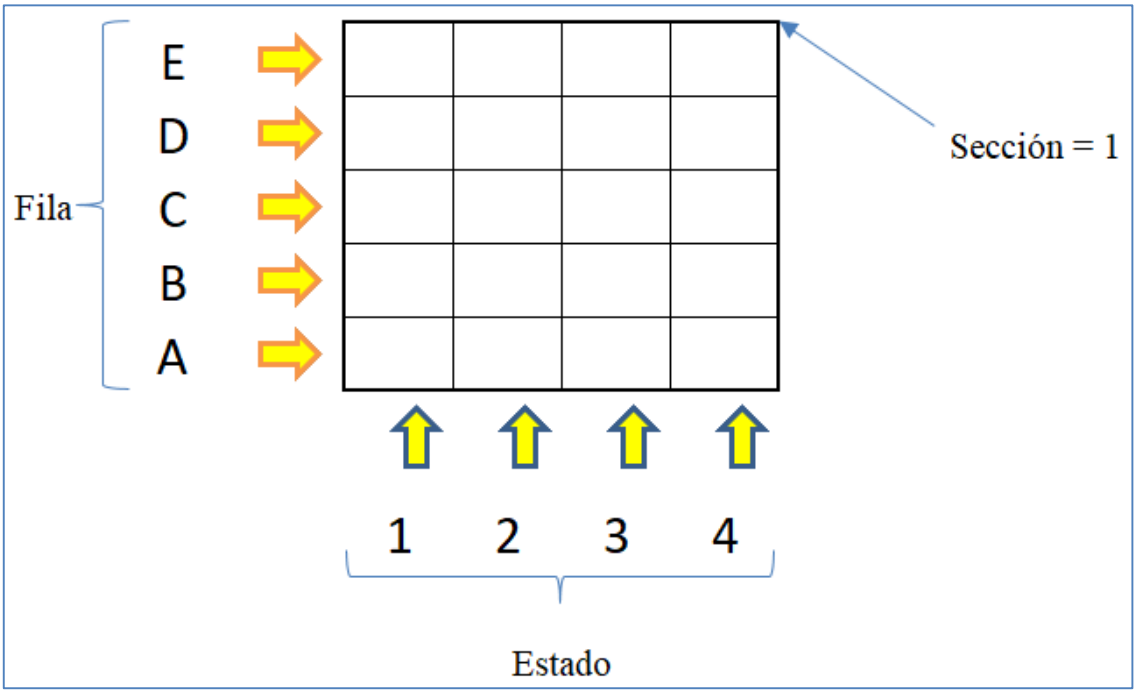
Concientizar para mantener limpio: Es de suma importancia que las actividades de limpieza se puedan ejecutar antes de finalizar las labores del día, al terminar de emplear la máquina asignada, o al terminar un proyecto o pedido solicitado por el jefe de producción. Además, las tareas de limpieza serán asignadas a cada trabajador y este en conformidad y cumplimiento debe realizar una marca en el programa, Sin embargo, de no cumplir con lo establecido en la empresa. El operario se hará acreedor de una sanción económica o física.

Etapa 4: Implementación de la cuarta S (Estandarizar)

Una de las etapas más representativas es la estandarización de procesos, esta va a permitir crear el hábito y la realización de actividades de la forma más eficiente e independientemente de quien lo realice, apoyándose en herramientas visuales, así como también manuales, entre

otros. La codificación consiste en la creación de códigos únicos para cada postizo, según las características de uso, tipo, y ubicación, esto va a permitir reducir el tiempo de reposición y el despacho de materiales, eliminando o rediciendo al mínimo los tiempos de búsqueda y selección de materiales. Como se muestra en la Tabla N° 42, el criterio para la codificación se realiza según ubicación, tipo, y estado de los elementos que se encuentran en el almacén. La codificación contará con 4 dígitos los cuales es explican a continuación con el siguiente ejemplo:

Figura N° 64: Leyenda de la codificación

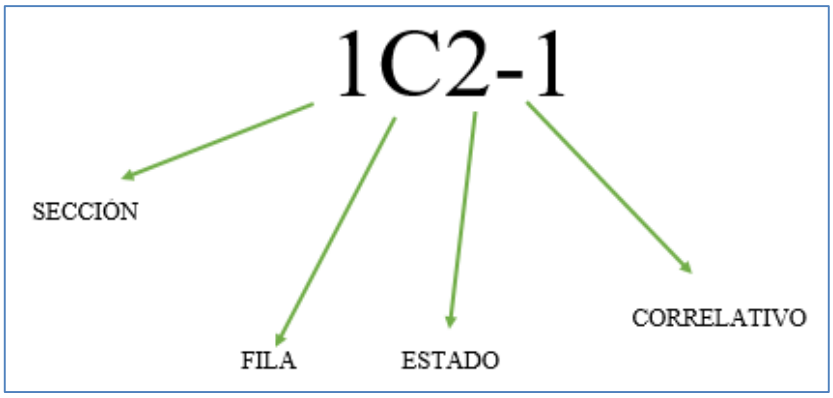


Fila	Código
Bloque salida de pepa	A
Tope	B
Prensa chapa	C
Postizo hembra	D
Postizo macho	E

Estado	Código
En uso	1
En uso	2
Stock	3
Stock	4

Fuente: Elaboración propia

Figura N°65: Ejemplo de la codificación



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura anterior, la creación de códigos se ejecutó según la clasificación determinada en la segunda etapa de la implementación de las 5 S, estos han sido formulados en Excel, y luego de realizar el ingreso de estos datos a una tabla se crearon automáticamente, además se colocó una restricción para evitar repeticiones con algún otro elemento.

Tabla N° 82: Codificación de postizos

DESCRIPCIÓN ORIGINAL	ESTADO	FILA	CÓDIGO
BLOQUE SALIDA DE PEPA	EN USO	A	1A1 - 1
TOPE 16mm.	EN USO	B	1B1 - 1
TOPE 16mm.	STOCK	B	1B3 - 3
PRENSA CHAPA	EN USO	C	1C1 - 2
PRENSA CHAPA	STOCK	C	1C3 - 3
POSTIZO HEMBRA	EN USO	D	1D1 - 2
POSTIZO HEMBRA	STOCK	D	1D3 - 3
POSTIZO MACHO	EN USO	E	1E1 - 2
POSTIZO MACHO	STOCK	E	1E3 - 3
POSTIZO MACHO	STOCK	E	1E4 - 4

Fuente: Elaboración propia

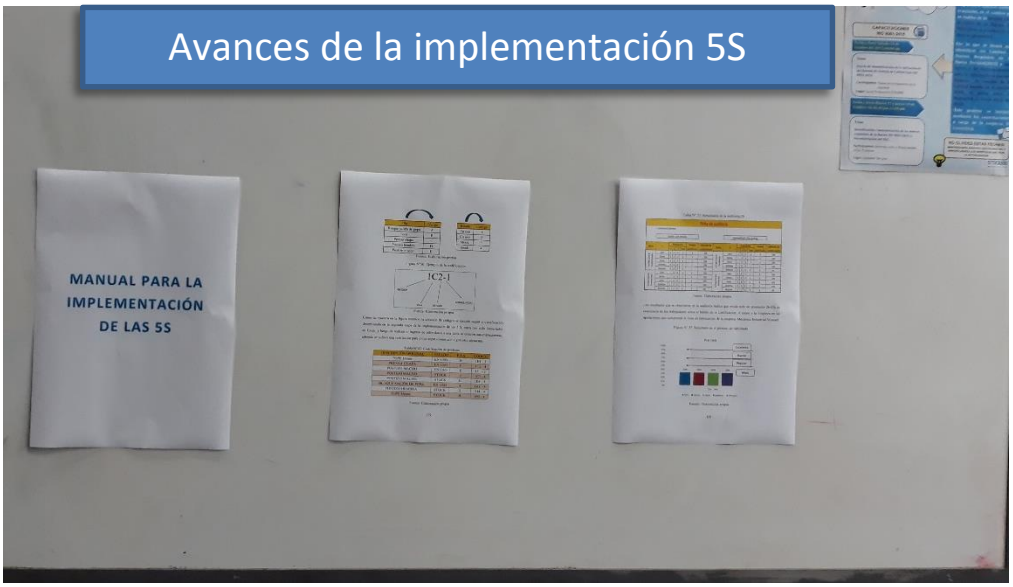
También, para la implementación de la cuarta “S” y ya teniendo un ambiente de trabajo seguro y ordenado, se procede con la colocación de señalizaciones de alertas de peligros, evacuación, elementos de protección personal, entre otros.

Figura N° 66: Aplicación de la señalización

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra la infografía de las 5S que se colocó en el periódico mural de la empresa. Asimismo, se aprecian y los gráficos y cuadros de la auditoría inicial de la línea de producción de pisos grating para que se vayan evidenciando las mejoras.

Figura N° 67: Control Visual



Fuente: Elaboración propia

Etapa 5: Implementación de la quinta S (Disciplina)

Se realizarán revisiones para verificar el cumplimiento de formatos y los roles de limpieza semanales, así mismo se realizarán auditorias, con la finalidad de convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados de orden y limpieza. Para ello se tomarán las siguientes medidas:

- Realizar el orden y limpieza con los trabajadores de las operaciones.
- Capacitar a los trabajadores para que puedan realizar las labores de orden y limpieza
- Mantener enterado al personal si hay cambios en las operaciones estandarizadas
- Realizar auditoria permanentemente.
- Realizar un manual para la implementación de las 5S, ver anexo 14.

Tabla N°83: Calendario de auditoría

CALENDARIO DE AUDITORÍA												
	30 de Setiembre de 2018	31 de Octubre de 2018	30 de Noviembre de 2018	31 de Diciembre de 2018	31 de Enero de 2019	28 de Febrero de 2019	31 de Marzo de 2019	30 de Abril de 2019	31 de Mayo de 2019	30 de Junio de 2019	31 de Julio de 2019	31 de Agosto de 2019
	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.	Aud.
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Habilitado	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Prensado	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Soldado	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Pintado	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Fuente: Elaboración propia

Evolución de las 5S: Como parte de la disciplina a esta metodología, se realiza el seguimiento de la evolución, realizando el post test final de la metodología de las 5 S con la finalidad de evaluar la mejora lograda dentro de la línea de producción de pisos grating hasta el momento. Para conseguirlo se ejecuta la auditoria empleando el formato de auditoría antes de la implementación para medir el hábito que tienen los trabajadores en la clasificación, el orden y la limpieza de su lugar de trabajo

Tabla N° 84: Resultados de la auditoría

Ficha de auditoría

I. Información General

Auditor: José Miranda

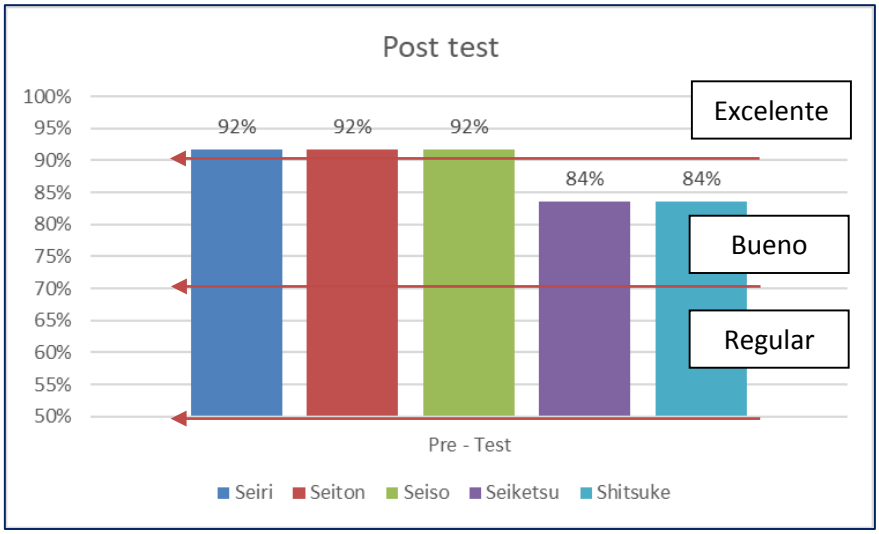
Línea auditada: Pisos grating

Fecha	S	Puntuación				Puntaje planificado	Indicador de cumplimiento	Fecha	S	Puntuación				Puntaje planificado	Indicador de cumplimiento
		1	2	3	Total					1	2	3	Total		
28/08/2018 Habilitado	Seiri	1	1	1	3	3	100%	28/08/2018 Soldado	Seiri	1	1	1	3	3	100%
	Seiton	1	1	0	2	3	67%		Seiton	1	1	1	3	3	100%
	Seiso	1	1	1	3	3	100%		Seiso	1	1	1	3	3	100%
	Seiketsu	1	1	1	3	3	100%		Seiketsu	1	1	1	3	3	100%
	Shitsuke	1	1	0	2	3	67%		Shitsuke	1	1	0	2	3	67%
28/08/2018 Prensado	Seiri	1	1	1	3	3	100%	28/08/2018 Pintado	Seiri	1	1	0	2	3	67%
	Seiton	1	1	1	3	3	100%		Seiton	1	1	1	3	3	100%
	Seiso	1	1	1	3	3	100%		Seiso	1	1	0	2	3	67%
	Seiketsu	1	1	0	2	3	67%		Seiketsu	1	1	0	2	3	67%
	Shitsuke	1	1	1	3	3	100%		Shitsuke	1	1	1	3	3	100%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtuvieron en la auditoría realizada por el señor José Miranda al finalizar la implementación, es decir, el día jueves 30 de agosto de 2018 indica que existe un promedio 88.4% de conciencia de la implementación de las 5S en los trabajadores de la línea de fabricación de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

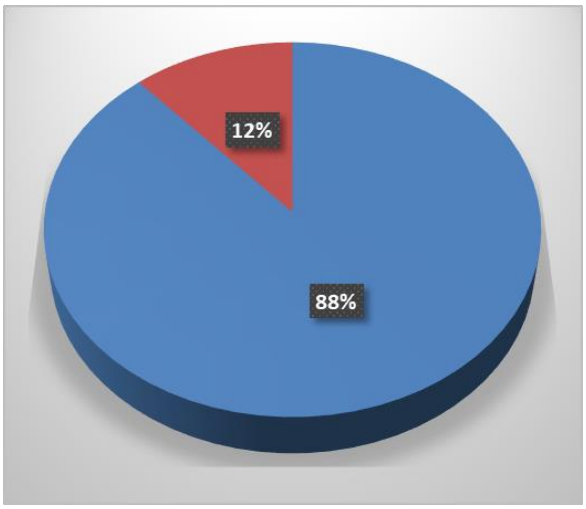
Figura N° 68: Datos obtenidos en la auditoría final



Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura, se aprecia que la empresa Mecánica Industrial Manuel se encuentra en un estado bueno a lo que respecta la implementación de la metodología de las 5S.

Figura N° 69: Nivel de oportunidad después de la implementación



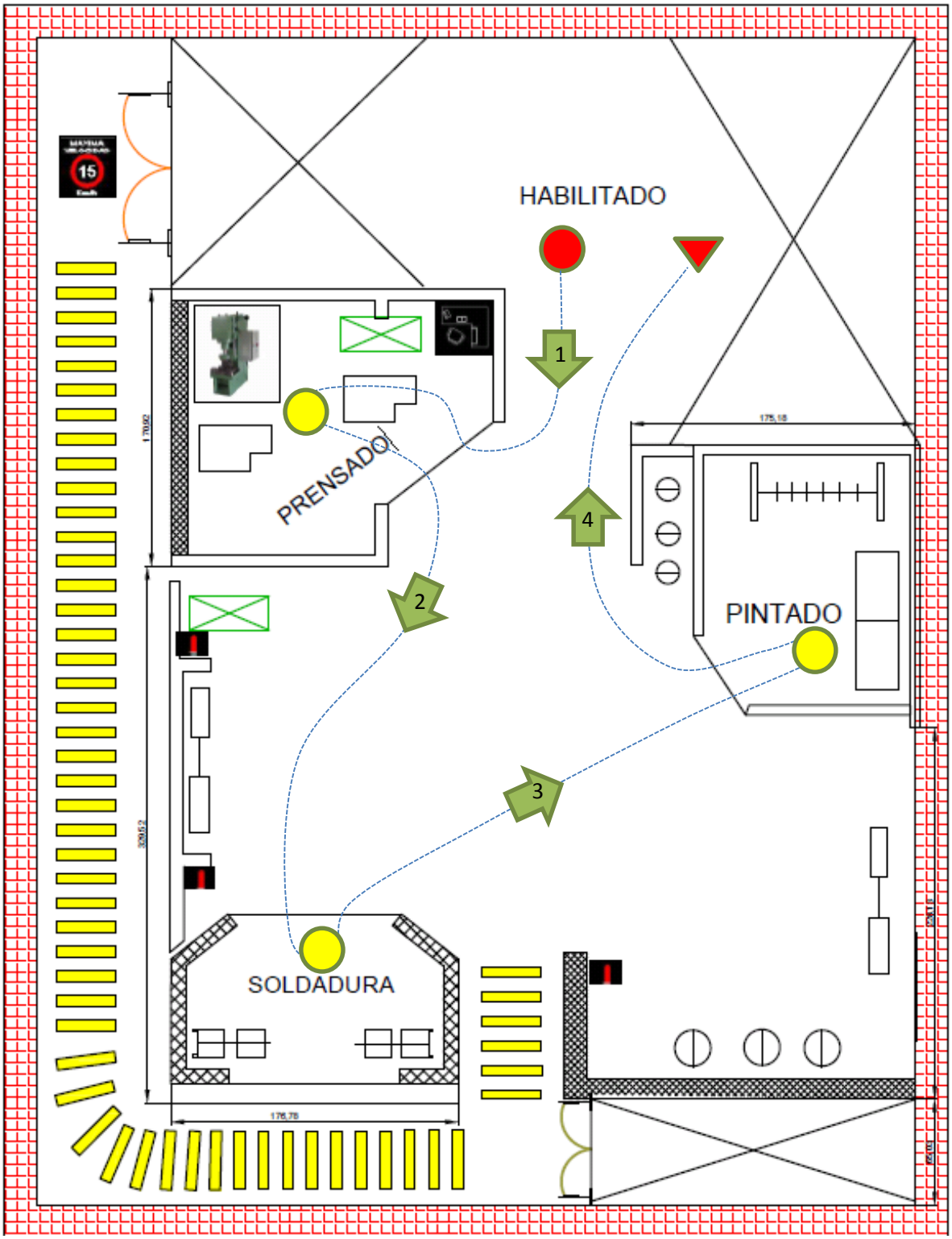
Fuente: Elaboración propia

Asimismo; en la siguiente figura se muestra que el nivel de oportunidad de la mejora respecto a la implementación de las 5S en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 12.4%.

Implementación del nuevo Layout

La empresa desperdicia tiempos en el traslado de materiales debido a que las máquinas que ejecutan el cumplimiento de las operaciones no se encuentran alineadas a la línea de producción de pisos grating, por consiguiente, el tiempo de traslado que se genera actualmente en el mismo es de 127.31 minutos. No obstante, surge la necesidad de redistribuir la planta para reducir los tiempos de traslado en las operaciones. Para ejecutarlo se ha movido de su lugar a las prensas para dar una mayor fluidez al traslado de los materiales hacia la siguiente operación. Luego se han movido las mesas de soldar para acortar el tiempo de descarga de material, y por último, se ha movido la zona de pintura cerca de la operación de habilitado debido a que en ese lugar hay más ventilación y el aerosol de la pintura se puede dispersar con una mayor rapidez, dicha mejora se aprecia en la siguiente figura.

Figura N° 70: Nueva diagrama de recorrido de la línea de producción de pisos grating



Fuente: Elaboración propia

Ahora, en la siguiente tabla se detallan los traslados que existen en la línea de producción de pisos grating según el diagrama de actividades.

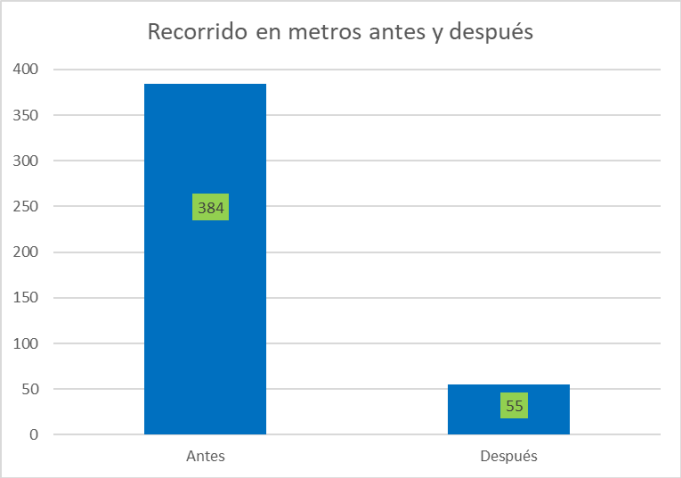
Tabla N° 85: Resumen de los transportes en la línea de producción de pisos grating

Item	Actividad	Tiempo (min)	Símbolo	Recorrido (m)
1	Ir a la oficina de producción	3.00	⇨	8
2	Ir a la zona de habilitado	2.00	⇨	6
3	Ir al andamio de materiales	1.00	⇨	3
4	Llevar el material	5.00	⇨	6
5	Ir al stand de postizos y matrices	1.00	⇨	3
6	Llevar la matriz hacia la prensa	1.00	⇨	3
7	Llevar matriz al stand	1.00	⇨	3
8	Trasladar el mat. hacia el soldado	5.00	⇨	8
9	Trasladar el piso hacia el pintado	5.00	⇨	8
10	Traslado a la zona de despacho	5.00	⇨	7
TOTAL				55

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que la distancia total recorrida según el diagrama de actividades de proceso mejorado de la línea de producción de pisos grating es de 55 metros, el cual incluye todos los movimientos que se efectúan al realizar una matriz.

Figura N° 71: Recorrido antes y después del área de maestranza



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que la nueva distribución de planta tiene un recorrido total de 55 metros, no obstante, el recorrido anterior era de 384 metros. Esto quiere decir que se ha reducido 85% en el recorrido total en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

Método Guerchet

Además, para optimizar los espacios en la línea de producción de pisos grating se realiza el método de Guerchet en la nueva distribución de planta. Sin embargo, para realizarlo se debe emplear múltiples fórmulas que a continuación se detallan:

- Superficie estática (Ss): se representa con el área de un equipo o maquinaria en m2

$$Ss = L\ x\ A$$

  Donde:

  A: ancho (m)

  L: Largo (m)

- Superficie de gravitación (Sg): se representa por el área de trabajo incluyendo los lados donde se puede manipular el equipo o la maquinaria en m2

$$Sg = Ss\ x\ N$$

  Donde:

  N: número de lados por donde se manipula el equipo o maquinaria.

- Superficie de evolución (Se): se representa por la superficie anterior considerando los espacios para el desplazamiento del operador en m2

$$Se = (Ss + Sg) x\ K$$

  Donde:

  K: talla estándar

$$K = \frac{Hem}{2\ x\ Hee}$$

Donde:

Hem: Promedio de altura de personas u objetos móviles

Hee: Promedio de altura de equipos o muebles estáticos

- Superficie total (St): Es la sumatoria de las tres superficies anteriores en m2

$$St = n\ x\ (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

n: número de equipos o maquinarias iguales

Ahora, se realiza el cálculo del método Guerchet para el área de maestranza de la empresa Mecánica Industrial Manuel, véase la siguiente tabla:

Tabla N° 86: Método Guerchet para el área de maestranza

Equipos/maquinarias	n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss(m2)	Sg(m2)	H	Se(m2)	ST	ST*n (m2)
Casilleros	1	1	2	0.5	1.8	1	1	1.8	0.99	2.99	2.99
Andamio de materiales	1	1	3	0.5	2	1.5	1.5	2	1.48	4.48	4.48
Prensa 35 tn.	1	3	2	2	2	4	12	2	7.90	23.90	23.90
Prensa 55 tn.	1	3	2	2	2.5	4	12	2.5	7.90	23.90	23.90
Mesa de trabajo 1	1	4	1	1	0.8	1	4	0.8	2.47	7.47	7.47
Mesa de armado	1	4	6	2	0.8	12	48	0.8	29.64	89.64	89.64
Compresora	1	2	1	1	1.8	1	2	1.8	1.48	4.48	4.48
Mesa de trabajo 2	1	4	1	1	0.8	1	4	0.8	2.47	7.47	7.47
Tecle Manual	1	4	2	1	2.2	2	8	2.2	4.94	14.94	14.94
Andamio de herramientas	1	1	3	0.5	2	1.5	1.5	2	1.48	4.48	4.48
CANTIDAD DE MAQUINAS	10				Suma de altura(H)=			16.7			183.76

$$K = \frac{1.65}{2\ x\ 1.67} \qquad K = 0.494$$

Fuente: Elaboración propia

La empresa Mecánica industrial Manuel, inicialmente ejecutaba sus operaciones en un área de 250 m2, Sin embargo, queda demostrado que solo se necesita 185 m2 para la línea de producción de pisos grating. Si bien es cierto, la empresa posee local propio, lo cual no permite evidenciar una reducción un costo de arrendamiento, sin embargo, se puede optimizar el espacio en la empresa.

Adquisición de maquinaria

Los tiempos improductivos afectan directamente al tiempo estándar y al nivel de cumplimiento de los plazos de entrega de cada pedido, por tal motivo la empresa recurre a contratar horas extra para compensar con el tiempo improductivo generado. Para contra restar el uso de las horas extras en las operaciones y también para reducir el tiempo de traslado en las operaciones de la línea de producción de los pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel se ha decidido adquirir un tecle manual con una capacidad de carga de 3 toneladas.
En primer lugar, se calcula el tiempo total que ocasionan los traslados en las operaciones de la línea de producción de pisos grating, además de considerar la cantidad de personas que intervienen, véase en la siguiente tabla.

Tabla N° 87: Tiempos de los traslados antes

	Operación		Min.	Personas	Min.	Horas
Antes	1 unid.	Habilitado	35	1	35	0.6
		Prensado	35	1	35	0.6
		Soldado	12	3	36	0.6
		Pintado	15	3	45	0.8
		Total			151	2.5
	30 unid.	Total			4530	75.5

Fuente: Elaboración propia

Luego, se procede a calcular el tiempo total que ocasionan los traslados en las operaciones de la línea de producción de pisos grating después de la adquisición, además de considerar la cantidad de personas que intervienen, véase en la siguiente tabla.

Tabla N° 88: Tiempos de los traslados después

	Operación		Min.	Personas	Min.	Horas
Después	1 unid.	Habilitado	5.0	1	5.0	0.1
		Prensado	5.0	1	5.0	0.1
		Soldado	5	1	5.0	0.1
		Pintado	5	1	5.0	0.1
		Total			20.0	0.3
	30 unid.	Total			600.0	10.0

Fuente: Elaboración propia

Ahora se procede a calcular el costo de la mano de obra por unidad de tiempo, es decir el costo de la mano de obra por una hora de trabajo en la línea de producción de pisos grating, véase en la siguiente tabla.

Tabla N° 89: evaluación del costo de mano de obra por hora

COSTO HORA - HOMBRE							
Personal	Sueldo Mensual	Gratificación 16.67%	CTS 8.33%	Essalud 9%	Vacaciones 8.33%	Total	Sueldo por Hora
César Ángeles	S/1,000.00	S/166.70	S/83.30	S/90.00	S/83.30	S/1,423.30	S/5.93
Andrés Quispe	S/1,000.00	S/166.70	S/83.30	S/90.00	S/83.30	S/1,423.30	S/5.93
Costo Total de Hora Hombre Promedio Por Hora							S/5.93

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se calcula la mejora en unidades monetarias entre el antes y la actualidad para obtener la cantidad ahorrada en el costo de la mano obra en la línea de producción de pisos grating, véase la siguiente tabla.

Tabla N° 90: Reducción en dinero de la mejora

	Horas/mes	Soles/Hora	Soles/mes
Antes	75.5	5.93	447.7
Después	10.0	5.93	59.3
Reducción	65.5	5.93	388.4

Fuente: Elaboración propia

No obstante, la adquisición de un bien siempre demanda un desembolso de dinero por parte de una empresa o inversor, en esta ocasión la empresa Mecánica Industrial Manuel ha considerado realizar una inversión económica al adquirir una máquina y un soporte para la misma, dicha maquina tiene como descripción el nombre de Tecle manual con capacidad de levantar hasta 3 toneladas de peso y un soporte rígido y transportable para su manipulación eficiente, los costos de los equipos mencionados se justifican en la siguiente tabla .

Tabla N° 91: Costos de la adquisición

Máquina	Costo
Tecle manual	S/800.00
Estructura	S/1,500.00
Total	S/2,300.00

Fuente: Elaboración propia

Por último, se evalúa si la adquisición es viable económicamente a lo largo del tiempo, para ello se realiza una proyección y se verifica su retorno

Tabla N° 92: Costos de la adquisición

Proyección		Adquisición	Ahorro	Flujo
2018	Setiembre	2300	388.4	-1911.6
	Octubre		388.4	-1523.2
	Noviembre		388.4	-1134.8
	Diciembre		388.4	-746.4
2019	Enero		388.4	-358.0
	Febrero		388.4	30.4
	Marzo		388.4	418.8
	Abril		388.4	807.2
	Mayo		388.4	1195.6
	Junio		388.4	1584.0

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 72: Costos de la adquisición

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla, el retorno de la inversión es a corto plazo, es decir se recupera la inversión en el mes de febrero, por lo tanto, la adquisición de dicho equipo en la línea de producción de pisos grating para la reducción de tiempos de traslados son viables.

2.7.4 Resultados de la implementación

2.7.4.1 Post – test: Variable dependiente

Una vez calculado el nuevo tiempo estándar, se procede a calcular la nueva capacidad instalada con el fin de obtener datos de la capacidad real y teórica para el cálculo de los indicadores Post Test.

Tabla N° 93: Nuevo cálculo de la capacidad instalada Teórica

Número de trabajadores (día)	Minutos de trabajo diario por trabajador	Minutos laborados por día	Tiempo estándar (minutos)	Capacidad instalada por semana (unid. / día)
3	480	1440	657.9	2.19

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra los cálculos para determinar la nueva cantidad de unidades que la empresa puede producir en un día, según la capacidad teórica obtenida la empresa esta apta para organizar 2.19 unidades de pisos grating. Una vez obtenida la capacidad teórica, se procede a calcular la capacidad real diaria de la empresa, con un factor de valoración del 80%, dando como resultado los datos de la siguiente tabla.

Tabla N° 94: Nuevo cálculo de la capacidad instalada Real

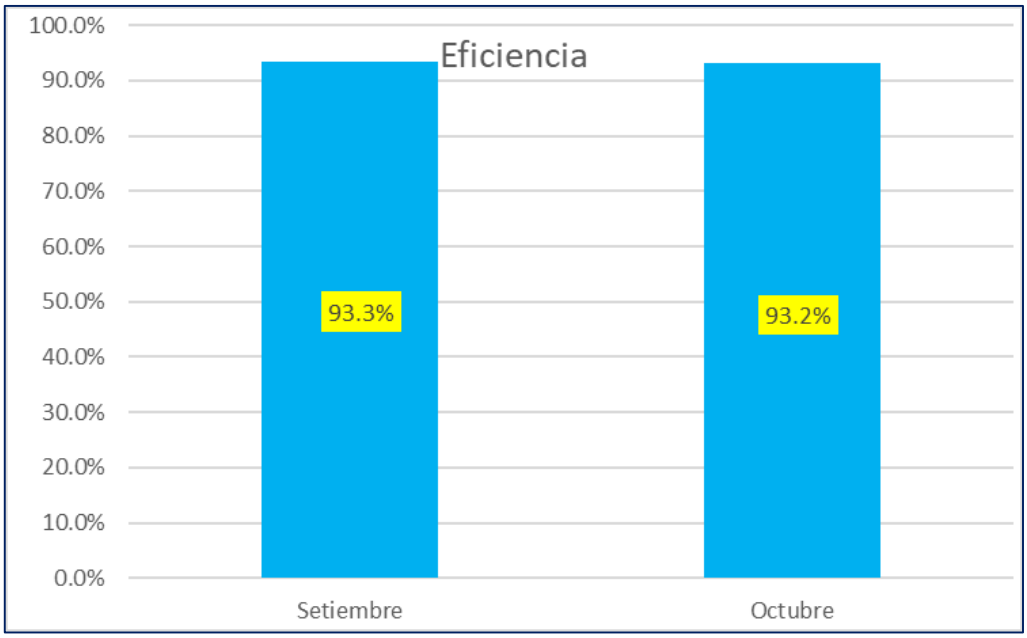
Capacidad instalada Teórica (unid. / día)	Factor de valoración	Cantidad Planificada (unid. / día)
2.19	0.80	2

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia:

Para la recolección de datos de la dimensión eficiencia, en primer lugar, se procede a recoger los datos del trabajo de la línea de producción de pisos grating por día. Se concluye en esta primera etapa que la eficiencia de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 93.3%.

Figura N° 73: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de setiembre y octubre



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 95: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de setiembre

Formato para indicador de Eficiencia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficiencia
Frecuencia	Diario

Formula: (Tiempo útil / Tiempo total) x 100%

II. Datos y resultados

Fecha	Tiempo útil (minutos)	Tiempo total (minutos)	% eficiencia
1 de Setiembre de 2018	1315.8	1425	92.34
3 de Setiembre de 2018	1315.8	1413	93.12
4 de Setiembre de 2018	1315.8	1420	92.66
5 de Setiembre de 2018	1315.8	1411	93.25
6 de Setiembre de 2018	1315.8	1425	92.34
7 de Setiembre de 2018	1315.8	1401	93.92
8 de Setiembre de 2018	1315.8	1402	93.85
10 de Setiembre de 2018	1315.8	1408	93.45
11 de Setiembre de 2018	1315.8	1403	93.78
12 de Setiembre de 2018	1315.8	1401	93.92
13 de Setiembre de 2018	1315.8	1405	93.65
14 de Setiembre de 2018	1315.8	1411	93.25
15 de Setiembre de 2018	1315.8	1404	93.72
17 de Setiembre de 2018	1315.8	1400	93.99
18 de Setiembre de 2018	1315.8	1400	93.99
19 de Setiembre de 2018	1315.8	1413	93.12
20 de Setiembre de 2018	1315.8	1410	93.32
21 de Setiembre de 2018	1315.8	1408	93.45
22 de Setiembre de 2018	1315.8	1417	92.86
24 de Setiembre de 2018	1315.8	1421	92.60
25 de Setiembre de 2018	1315.8	1415	92.99
26 de Setiembre de 2018	1315.8	1410	93.32
27 de Setiembre de 2018	1315.8	1419	92.73
28 de Setiembre de 2018	1315.8	1411	93.25
29 de Setiembre de 2018	1315.8	1408	93.45

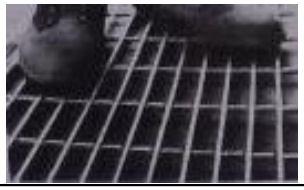
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 96: Eficiencia de la línea de producción de pisos grating de octubre

Formato para indicador de Eficiencia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficiencia
Frecuencia	Diario



Formula: (Tiempo útil / Tiempo total) x 100%

II. Datos y resultados

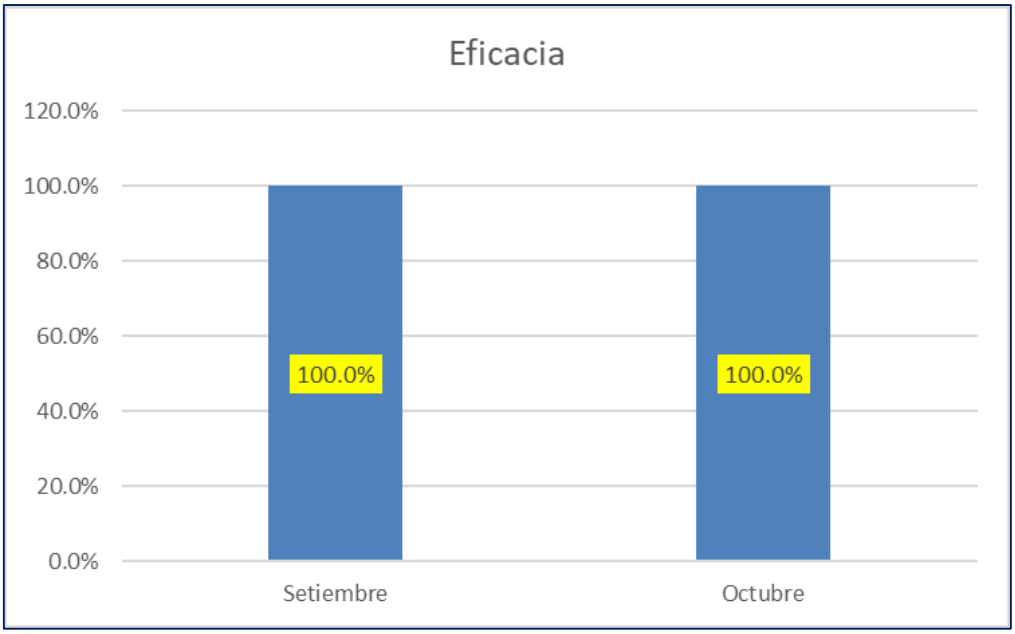
Fecha	Tiempo útil (minutos)	Tiempo total (minutos)	% eficiencia
1 de Octubre de 2018	1315.8	1400	93.99
2 de Octubre de 2018	1315.8	1407	93.52
3 de Octubre de 2018	1315.8	1415	92.99
4 de Octubre de 2018	1315.8	1413	93.12
5 de Octubre de 2018	1315.8	1400	93.99
6 de Octubre de 2018	1315.8	1424	92.40
	FERIADO		
9 de Octubre de 2018	1315.8	1410	93.32
10 de Octubre de 2018	1315.8	1407	93.52
11 de Octubre de 2018	1315.8	1411	93.25
12 de Octubre de 2018	1315.8	1417	92.86
13 de Octubre de 2018	1315.8	1420	92.66
15 de Octubre de 2018	1315.8	1401	93.92
16 de Octubre de 2018	1315.8	1409	93.39
17 de Octubre de 2018	1315.8	1418	92.79
18 de Octubre de 2018	1315.8	1402	93.85
19 de Octubre de 2018	1315.8	1415	92.99
20 de Octubre de 2018	1315.8	1425	92.34
22 de Octubre de 2018	1315.8	1419	92.73
23 de Octubre de 2018	1315.8	1404	93.72
24 de Octubre de 2018	1315.8	1410	93.32
25 de Octubre de 2018	1315.8	1407	93.52
26 de Octubre de 2018	1315.8	1419	92.73
27 de Octubre de 2018	1315.8	1423	92.47
29 de Octubre de 2018	1315.8	1423	92.47
30 de Octubre de 2018	1315.8	1422	92.53
31 de Octubre de 2018	1315.8	1407	93.52

Fuente: Elaboración propia

Eficacia:

Asimismo, Para la recolección de datos de la dimensión eficacia. En primer lugar, se procede a recoger los datos del trabajo de la línea de producción de pisos grating por semana. En la siguiente tabla se presentan los resultados que se obtuvieron en la recolección de datos. Se concluye en esta primera etapa que la eficacia de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 100.0%.

Figura N° 74: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de setiembre y octubre



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 97: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de setiembre

Formato para indicador de Eficacia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficacia
Frecuencia	Diario

Formula: (cantidad producida / Cantidad programada) x 100%

II. Datos y resultados

Fecha	Cant. producida (Unid.)	Cant. Programada (Unid.)	% eficacia
1 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
3 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
4 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
5 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
6 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
7 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
8 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
10 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
11 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
12 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
13 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
14 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
15 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
17 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
18 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
19 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
20 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
21 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
22 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
24 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
25 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
26 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
27 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
28 de Setiembre de 2018	2	2	100.00
29 de Setiembre de 2018	2	2	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 98: Eficacia de la línea de producción de pisos grating de octubre

Formato para indicador de Eficacia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficacia
Frecuencia	Diario

Formula: (cantidad producida / Cantidad programada) x 100%

II. Datos y resultados

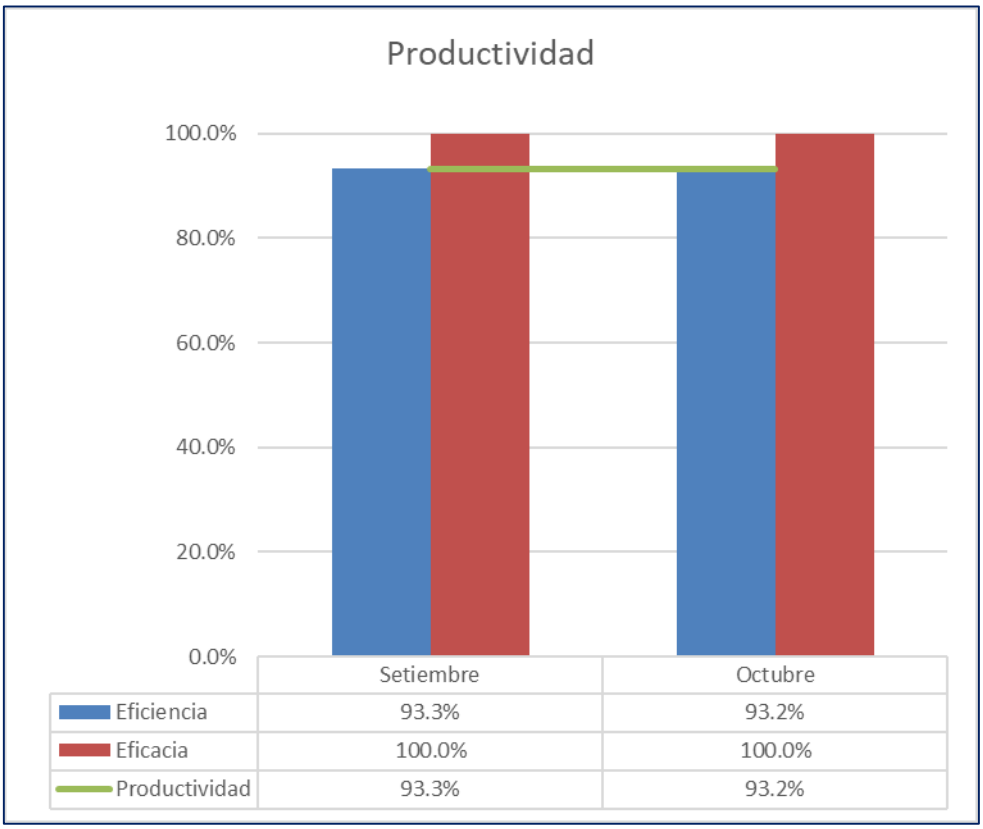
Fecha	Cant. producida (Unid.)	Cant. Programada (Unid.)	% eficacia
1 de Octubre de 2018	2	2	100.00
2 de Octubre de 2018	2	2	100.00
3 de Octubre de 2018	2	2	100.00
4 de Octubre de 2018	2	2	100.00
5 de Octubre de 2018	2	2	100.00
6 de Octubre de 2018	2	2	100.00
	FERIADO		
9 de Octubre de 2018	2	2	100.00
10 de Octubre de 2018	2	2	100.00
11 de Octubre de 2018	2	2	100.00
12 de Octubre de 2018	2	2	100.00
13 de Octubre de 2018	2	2	100.00
15 de Octubre de 2018	2	2	100.00
16 de Octubre de 2018	2	2	100.00
17 de Octubre de 2018	2	2	100.00
18 de Octubre de 2018	2	2	100.00
19 de Octubre de 2018	2	2	100.00
20 de Octubre de 2018	2	2	100.00
22 de Octubre de 2018	2	2	100.00
23 de Octubre de 2018	2	2	100.00
24 de Octubre de 2018	2	2	100.00
25 de Octubre de 2018	2	2	100.00
26 de Octubre de 2018	2	2	100.00
27 de Octubre de 2018	2	2	100.00
29 de Octubre de 2018	2	2	100.00
30 de Octubre de 2018	2	2	100.00
31 de Octubre de 2018	2	2	100.00

Fuente: Elaboración propia

Productividad:

Luego se procede a calcular la productividad del pre – test en la variable productividad multiplicando la eficiencia con la eficacia de las hojas de resultados. Se concluye en esta primera etapa que la productividad de la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel es de 93.3%.

Figura N° 75: Productividad de la línea de producción de pisos grating de setiembre y octubre



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 99: Productividad de la línea de producción de pisos grating de setiembre

Hoja de resultado productividad

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Frecuencia	Diario

II. Datos y resultados

Fecha	% de Eficiencia	% de Eficacia	% de productividad
1 de Setiembre de 2018	92.34	100.00	92.34
3 de Setiembre de 2018	93.12	100.00	93.12
4 de Setiembre de 2018	92.66	100.00	92.66
5 de Setiembre de 2018	93.25	100.00	93.25
6 de Setiembre de 2018	92.34	100.00	92.34
7 de Setiembre de 2018	93.92	100.00	93.92
8 de Setiembre de 2018	93.85	100.00	93.85
10 de Setiembre de 2018	93.45	100.00	93.45
11 de Setiembre de 2018	93.78	100.00	93.78
12 de Setiembre de 2018	93.92	100.00	93.92
13 de Setiembre de 2018	93.65	100.00	93.65
14 de Setiembre de 2018	93.25	100.00	93.25
15 de Setiembre de 2018	93.72	100.00	93.72
17 de Setiembre de 2018	93.99	100.00	93.99
18 de Setiembre de 2018	93.99	100.00	93.99
19 de Setiembre de 2018	93.12	100.00	93.12
20 de Setiembre de 2018	93.32	100.00	93.32
21 de Setiembre de 2018	93.45	100.00	93.45
22 de Setiembre de 2018	92.86	100.00	92.86
24 de Setiembre de 2018	92.60	100.00	92.60
25 de Setiembre de 2018	92.99	100.00	92.99
26 de Setiembre de 2018	93.32	100.00	93.32
27 de Setiembre de 2018	92.73	100.00	92.73
28 de Setiembre de 2018	93.25	100.00	93.25
29 de Setiembre de 2018	93.45	100.00	93.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 100: Productividad de la línea de producción de pisos grating de octubre

Hoja de resultado productividad

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Frecuencia	Diario

II. Datos y resultados

Fecha	% de Eficiencia	% de Eficacia	% de productividad
1 de Octubre de 2018	93.99	100.00	93.99
2 de Octubre de 2018	93.52	100.00	93.52
3 de Octubre de 2018	92.99	100.00	92.99
4 de Octubre de 2018	93.12	100.00	93.12
5 de Octubre de 2018	93.99	100.00	93.99
6 de Octubre de 2018	92.40	100.00	92.40
9 de Octubre de 2018	93.32	100.00	93.32
10 de Octubre de 2018	93.52	100.00	93.52
11 de Octubre de 2018	93.25	100.00	93.25
12 de Octubre de 2018	92.86	100.00	92.86
13 de Octubre de 2018	92.66	100.00	92.66
15 de Octubre de 2018	93.92	100.00	93.92
16 de Octubre de 2018	93.39	100.00	93.39
17 de Octubre de 2018	92.79	100.00	92.79
18 de Octubre de 2018	93.85	100.00	93.85
19 de Octubre de 2018	92.99	100.00	92.99
20 de Octubre de 2018	92.34	100.00	92.34
22 de Octubre de 2018	92.73	100.00	92.73
23 de Octubre de 2018	93.72	100.00	93.72
24 de Octubre de 2018	93.32	100.00	93.32
25 de Octubre de 2018	93.52	100.00	93.52
26 de Octubre de 2018	92.73	100.00	92.73
27 de Octubre de 2018	92.47	100.00	92.47
29 de Octubre de 2018	92.47	100.00	92.47
30 de Octubre de 2018	92.53	100.00	92.53
31 de Octubre de 2018	93.52	100.00	93.52

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Análisis económico financiero

Luego para finalizar, se va a realizar el cálculo del costo unitario variable final del producto, teniendo en cuenta el costo de la materia prima, mano de obra y gastos indirectos de fabricación. En este caso, el producto la matriz de corte, para ello se inicia con los siguientes cuadros, que se muestran a continuación.

Tabla N° 101 Costo de Materia Prima

Materia Prima	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
Platina 1" x 3/16" x 6m	Unidad	775	S/15.50	S/12,012.50
Varilla 3/8" x 9 m	Unidad	148	S/9.00	S/1,332.00
Electrodos E6011	Kg.	125	S/12.00	S/1,500.00
Total				S/14,844.50

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 101, muestra que el costo total de materia prima es de S/. 14,844.50, este monto utilizado es para la fabricación de 2 unidades de piso grating diarias durante un mes (mes de Setiembre).

También, se procedió a realizar a calcular el costo de la mano de obra de la empresa: Para obtenerlo se indica los pagos que realiza la empresa por concepto de planilla, los cuales son explicados a continuación:

- Vacaciones, se calculan en base a 1/12 que nos da un resultado de 8.33% del total del sueldo mensual del colaborador.
- Gratificaciones, se calculan en base a 2/12 que nos da un resultado de 16.67% del total del sueldo mensual del colaborador.
- Compensación tiempo servicio, se calculan en base a 1/12 que nos da un resultado de 8.33% del total del sueldo mensual del colaborador.
- Es-salud, se calculan en base al 9% del total del sueldo mensual del colaborador.

Tabla N° 102: Beneficios Sociales

Cálculo de Pago		
Operario	Sueldo	S/1,800.00
Vacaciones	8.33%	S/150.00
Gratificaciones	16.67%	S/300.00
CTS	8.33%	S/150.00
Es Salud	9.00%	S/162.00
Costo total		S/2,562.00

Cálculo de Pago		
Operario	Sueldo	S/1,000.00
Vacaciones	8.33%	S/83.33
Gratificaciones	16.67%	S/166.67
CTS	8.33%	S/83.33
Es Salud	9.00%	S/90.00
Costo total		S/1,423.33

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la empresa cubre con todos los beneficios de los trabajadores, también es tomado en cuenta en el cálculo del costo de mano de obra, de la misma manera se explica que no existen horas extras por parte de los trabajadores de la empresa.

Tabla N° 103 Costo de Mano de Obra

COSTO HORA - HOMBRE	
Personal	Sueldo por Hora
Jose Miranda	S/2,562.00
Jean García	S/1,423.33
César Ángeles	S/1,423.33
Ándres Quispe	S/1,423.33
Total	S/6,831.99

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 103, se determina que el costo de mano de obra es de S/6,831.99 por fabricar 2 unidades de piso grating diarias durante el mes de setiembre. Luego de ello se presentan los costos indirectos de fabricación (insumos utilizados).

Tabla N° 104: Gastos Indirectos de Fabricación

	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Pintura	Galón	1	S/100.00	S/100.00
Thinner	Galón	2	S/120.00	S/240.00
Trapo Industrial	Galón	10	S/3.00	S/30.00
Postizos	Unidad	3	S/150.00	S/450.00
Llave	Unidad	7	S/10.00	S/70.00
Pernos	Unidad	100	S/3.00	S/300.00
Agua	Global	1	S/180.00	S/180.00
Luz	Global	1	S/3,500.00	S/3,500.00
Total				S/4,870.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 104, se determina que los C.I.F, utilizado en el área de maestranza para la fabricación de matrices de corte es de S/. 4,870.00 considerando una producción de 2 unidades de piso grating diarias durante el mes de setiembre.

Luego se procede a calcular del costo unitario variable del producto, teniendo en cuenta los costos hallados anteriormente, por la fabricación de 2 unidades de piso grating diarias durante el mes de setiembre.

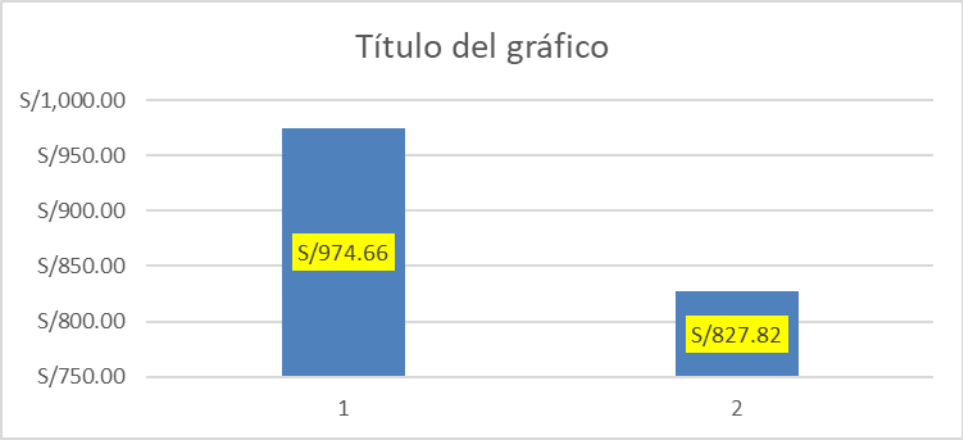
Tabla N° 105 Costo Variable Unitario

	Costo Variable	C. V. U.
Materia Prima	S/29,689.00	S/593.78
Mano de obra	S/6,831.99	S/136.64
CIF	S/4,870.00	S/97.40
Total		S/827.82

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior, muestra que el costo unitario actual para producir un piso grating es de S/.827.82. Al analizar los costos, se logra verificar que el costo unitario inicial fue de S/.974.66 y después de la implementación se logró reducir el costo unitario en S/.827.82, como se muestra a continuación.

Figura N° 76: Costo Variable Unitario



Fuente: Elaboración propia

Esto quiere decir que con la aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de pisos grating logra reducir el costo de producción en 15.1%; en donde la reducción más significativa se refleja en la mano de obra con 50%, como se muestra a continuación:

Tabla.N°106: Comparación del Costo del Unitario Variable

Costo Variable	Cantidad	Cantidad	Reducción
Materia Prima	S/593.78	S/593.78	0.00%
Mano de obra	S/273.28	S/136.64	50.00%
CIF	S/107.60	S/97.40	9.48%
Total	S/974.66	S/827.82	15.07%

Fuente: Elaboración propia

Análisis Beneficio / costo

Luego de ello se tienen los gastos que originan el sostenimiento de la implementación, durante el periodo faltante del proyecto, el cual es de 14 meses incluyendo los meses de implementación, que estuvieron desde julio 2018 a setiembre 2019. La siguiente tabla indica los gastos por implementación.

Tabla N° 107: Gastos de la implementación

Descripción	Gasto
Implementación de estudio de métodos	S/ 2,816.46
Implementación de estudio de tiempos	S/ 509.40
Implementación de distribución de planta	S/ 1,382.52
Implementación de 5S	S/ 2,341.84
Gasto total	S/ 7,050.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 108: Gastos total para el sostenimiento de la implementación

Mes	AÑO	Materiales
Setiembre	2018	S/ 520.00
Octubre	2018	S/ 520.00
Noviembre	2018	S/ 520.00
Diciembre	2018	S/ 520.00
Enero	2019	S/ 520.00
Febrero	2019	S/ 520.00
Marzo	2019	S/ 520.00
Abril	2019	S/ 520.00
Mayo	2019	S/ 520.00
Junio	2019	S/ 520.00
Julio	2019	S/ 520.00
Agosto	2019	S/ 520.00
Total		S/ 6,240.00

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se pueden evidenciar que la inversión total para la implementación de la metodología 5S es de S/. 13,290.22, valor que será utilizado para incrementar la productividad en la empresa Mecánica Industrial Manuel. Luego, se procede a realizar el análisis económico en base a la diferencia de la productividad antes y después de la implementación de la mejora de procesos en la línea de producción de pisos grating en la organización, véase la siguiente tabla.

Tabla N° 109: Análisis económico

Análisis Económico		
Cantidad producida antes	25	Unidades / mes
Cantidad producida después	50	Unidades / mes
Incremento de producción	25	Unidades / mes
Incremento anual	300	Unidades / año
Incremento ingresos anual	S/300,000.00	Soles / año
Costo de producción anual	S/248,345.94	Soles / año
Margen de Contribución	S/51,654.06	Soles / año

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 110: Datos cálculo del Beneficio / Costo de la implementación

Datos	Soles
Incremento de ventas	S/51,654.06
Inversión de proyecto + sostenimiento	S/13,290.22

Fuente: Elaboración propia

Con los datos mostrados, se procede a calcular el beneficio costo de la implementación del Lean Management.

$$\frac{Beneficio}{Costo} = \frac{(51{,}654.06)}{(13{,}290.94)} = 3.89$$

El resultado del análisis realizado es 3.89, es decir mayor que 1, en consecuencia, la inversión es viable. Además, esto significa que, por cada sol invertido en el proyecto, la ganancia será de 2.89 soles en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel.

VAN y TIR

Para el cálculo del VAN y TIR es necesario obtener el flujo de caja del proyecto en un periodo de 12 meses. Por consiguiente, se considera una tasa de 12% anual; es decir 1% mensual. Además, para analizar el flujo de caja, se deberá considerar los costos variables mensuales y el costo de sostenimiento de la implementación. Por lo tanto, en la siguiente tabla se realiza el cálculo del VAN y el TIR

Tabla N° 112: VAN y TIR

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Incremento en las ventas		S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00
Incremento del costo variable		S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50	S/ 20,695.50
Incremento del margen de contribución		S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51	S/ 4,304.51
Costo de mantenimiento de la Herramienta		S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00	S/ 520.00
Inversión	-S/ 13,290.22	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51	S/ 3,784.51
Recuperación del capital		-S/ 9,505.72	-S/ 5,721.21	-S/ 1,936.71	S/ 1,847.80	S/ 5,632.31	S/ 9,416.81	S/ 13,201.32	S/ 16,985.82	S/ 20,770.33	S/ 24,554.83	S/ 28,339.34	S/ 32,123.84

VAN	S/29,304.68
TIR	27%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede comprobar que la propuesta de implementación es viable, porque el valor del VAN es positivo, representando S/. 29,304.68, mientras que el 27% del valor del TIR, resulta ser superior a la tasa esperada por la compañía (12%), aprobando la rentabilidad del proyecto. Asimismo, se evidencia que la recuperación del capital invertido se llevará a cabo al cuarto mes.

III. RESULTADOS

3.1.- Análisis Descriptivo

En la presente investigación se realiza el siguiente análisis descriptivo a los resultados obtenidos antes y después de la aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

3.1.1.- Variable Dependiente: Productividad

Tabla N° 113: Productividad antes y después del primer mes

	Productividad antes	Productividad después
Día 1	42.02	92.34
Día 2	40.21	93.12
Día 3	41.19	92.66
Día 4	43.40	93.25
Día 5	42.18	92.34
Día 6	40.36	93.92
Día 7	42.35	93.85
Día 8	41.95	93.45
Día 9	40.27	93.78
Día 10	43.54	93.92
Día 11	42.92	93.65
Día 12	41.16	93.25
Día 13	42.98	93.72
Día 14	40.76	93.99
Día 15	41.89	93.99
Día 16	40.42	93.12
Día 17	41.60	93.32
Día 18	40.51	93.45
Día 19	43.36	92.86
Día 20	40.85	92.60
Día 21	43.26	92.99
Día 22	42.31	93.32
Día 23	40.54	92.73
Día 24	43.12	93.25
Día 25	41.35	93.45

Fuente: Elaboración propia

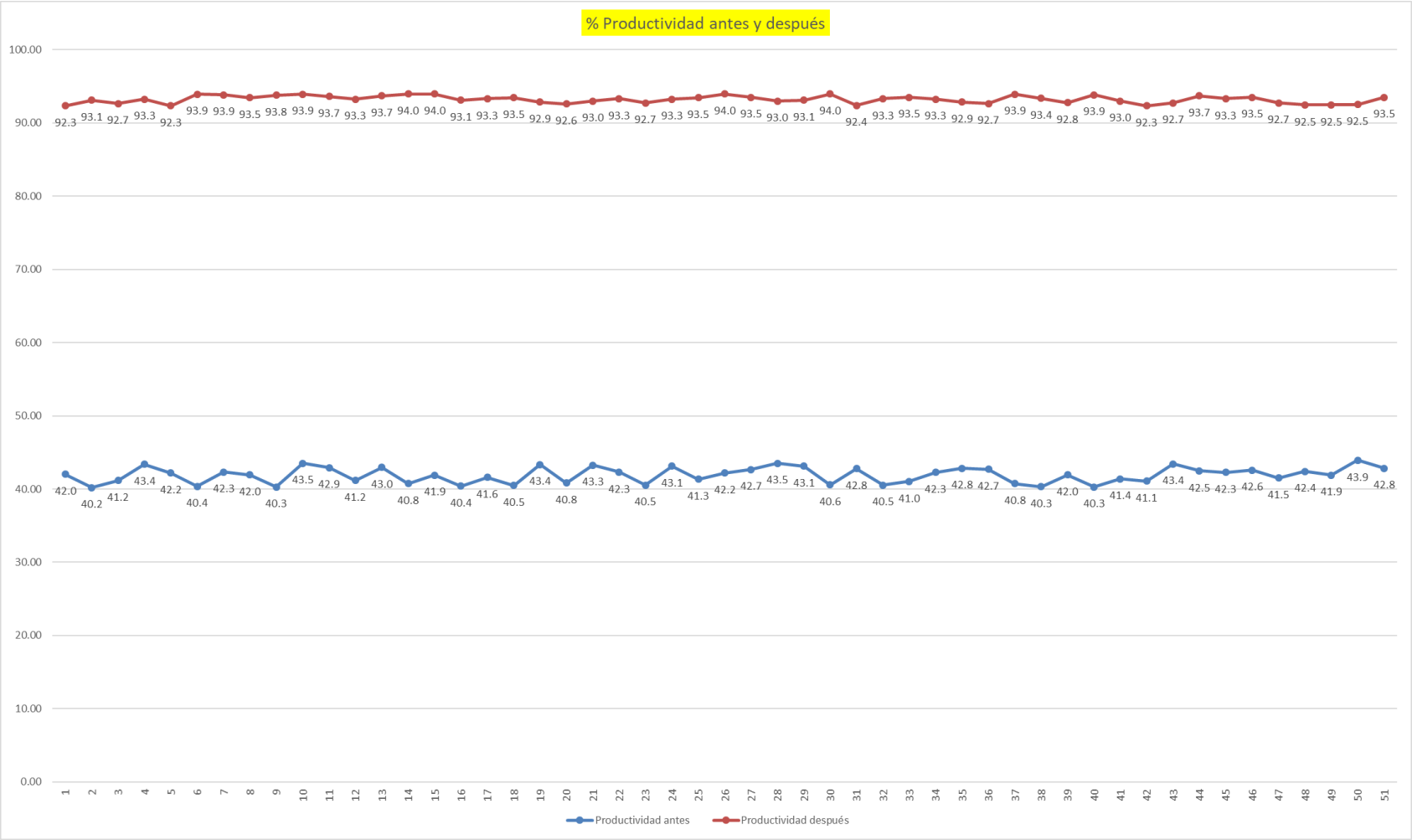
Tabla N° 114: Productividad antes y después del segundo mes

Mes 2	Productividad antes	Productividad después
Día 1	42.22	93.99
Día 2	42.68	93.52
Día 3	43.54	92.99
Día 4	43.12	93.12
Día 5	40.57	93.99
Día 6	42.82	92.40
Día 7	40.54	93.32
Día 8	41.03	93.52
Día 9	42.28	93.25
Día 10	42.85	92.86
Día 11	42.71	92.66
Día 12	40.76	93.92
Día 13	40.33	93.39
Día 14	41.95	92.79
Día 15	40.30	93.85
Día 16	41.41	92.99
Día 17	41.10	92.34
Día 18	43.43	92.73
Día 19	42.48	93.72
Día 20	42.28	93.32
Día 21	42.58	93.52
Día 22	41.50	92.73
Día 23	42.41	92.47
Día 24	41.89	92.47
Día 25	43.92	92.53
Día 26	42.85	93.52

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede observar que la productividad se ha incrementado de 41.9% a 93.2%.

Figura N° 77: Productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia

Dimensión Eficiencia

Después del análisis de la productividad, de igual manera se continúa con el análisis del indicador de la eficiencia para mostrar su comportamiento antes y después.

Tabla N° 115: Eficiencia antes y después del primer mes

	Eficiencia antes	Eficiencia después
Día 1	63.03	92.34
Día 2	60.32	93.12
Día 3	61.78	92.66
Día 4	65.10	93.25
Día 5	63.27	92.34
Día 6	60.54	93.92
Día 7	63.52	93.85
Día 8	62.93	93.45
Día 9	60.41	93.78
Día 10	65.30	93.92
Día 11	64.38	93.65
Día 12	61.74	93.25
Día 13	64.48	93.72
Día 14	61.13	93.99
Día 15	62.83	93.99
Día 16	60.63	93.12
Día 17	62.40	93.32
Día 18	60.77	93.45
Día 19	65.04	92.86
Día 20	61.27	92.60
Día 21	64.89	92.99
Día 22	63.47	93.32
Día 23	60.81	92.73
Día 24	64.68	93.25
Día 25	62.02	93.45

Fuente: Elaboración propia

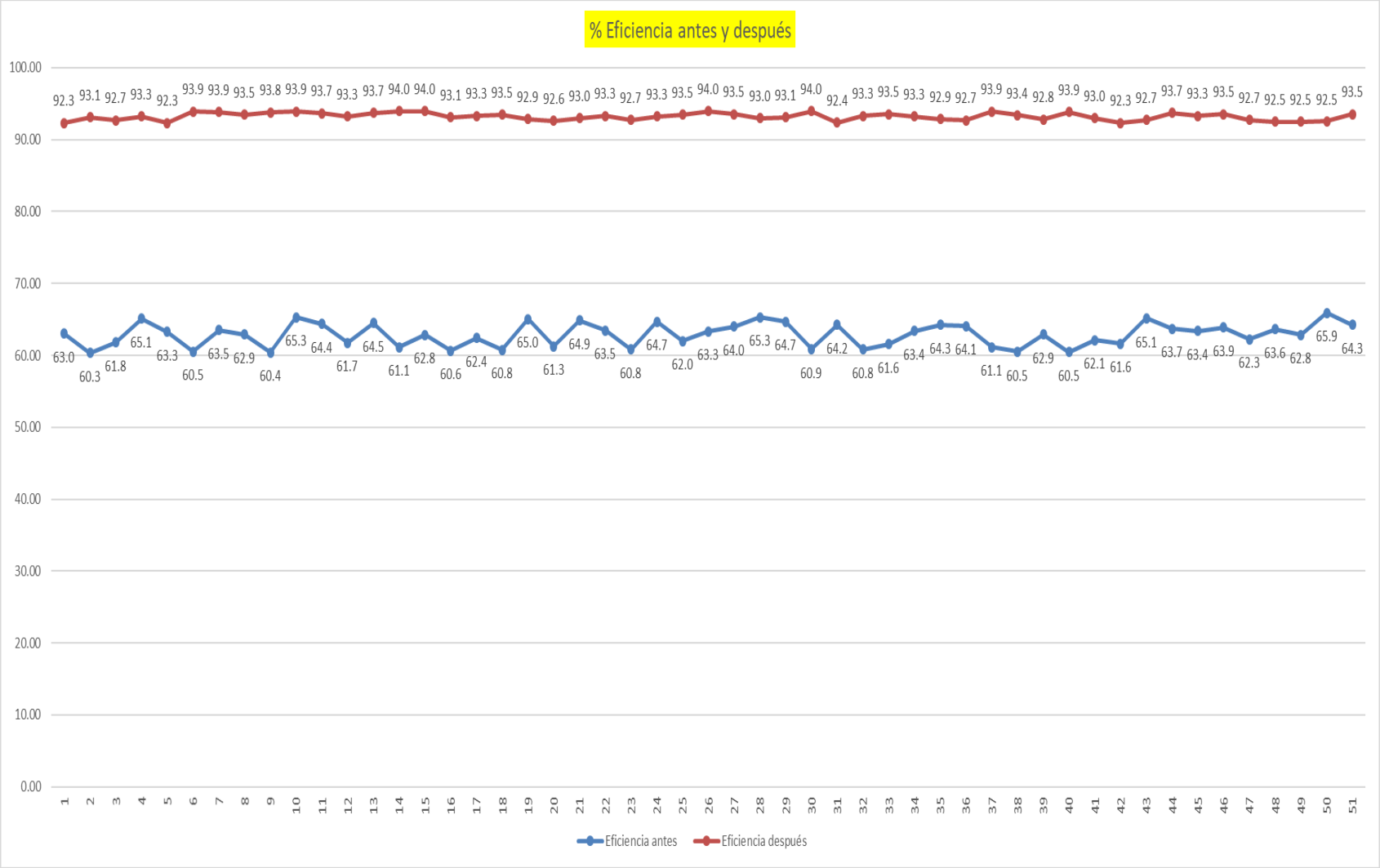
Tabla N° 116: Eficiencia antes y después del segundo mes

Mes 2	Eficiencia antes	Eficiencia después
Día 1	63.32	93.99
Día 2	64.02	93.52
Día 3	65.30	92.99
Día 4	64.68	93.12
Día 5	60.86	93.99
Día 6	64.22	92.40
Día 7	60.81	93.32
Día 8	61.55	93.52
Día 9	63.42	93.25
Día 10	64.27	92.86
Día 11	64.07	92.66
Día 12	61.13	93.92
Día 13	60.50	93.39
Día 14	62.93	92.79
Día 15	60.45	93.85
Día 16	62.11	92.99
Día 17	61.64	92.34
Día 18	65.15	92.73
Día 19	63.72	93.72
Día 20	63.42	93.32
Día 21	63.87	93.52
Día 22	62.26	92.73
Día 23	63.62	92.47
Día 24	62.83	92.47
Día 25	65.89	92.53
Día 26	64.27	93.52

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede observar que la eficiencia se ha incrementado de 62.7% a 93.3%.

Figura N° 78: Eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia

Dimensión: Eficacia

De igual manera se continúa con el análisis del indicador de la eficacia para mostrar su comportamiento antes y después.

Tabla N° 117: Eficacia antes y después del primer mes

	Eficacia antes	Eficacia después
Día 1	66.67	100.00
Día 2	66.67	100.00
Día 3	66.67	100.00
Día 4	66.67	100.00
Día 5	66.67	100.00
Día 6	66.67	100.00
Día 7	66.67	100.00
Día 8	66.67	100.00
Día 9	66.67	100.00
Día 10	66.67	100.00
Día 11	66.67	100.00
Día 12	66.67	100.00
Día 13	66.67	100.00
Día 14	66.67	100.00
Día 15	66.67	100.00
Día 16	66.67	100.00
Día 17	66.67	100.00
Día 18	66.67	100.00
Día 19	66.67	100.00
Día 20	66.67	100.00
Día 21	66.67	100.00
Día 22	66.67	100.00
Día 23	66.67	100.00
Día 24	66.67	100.00
Día 25	66.67	100.00

Fuente: Elaboración propia

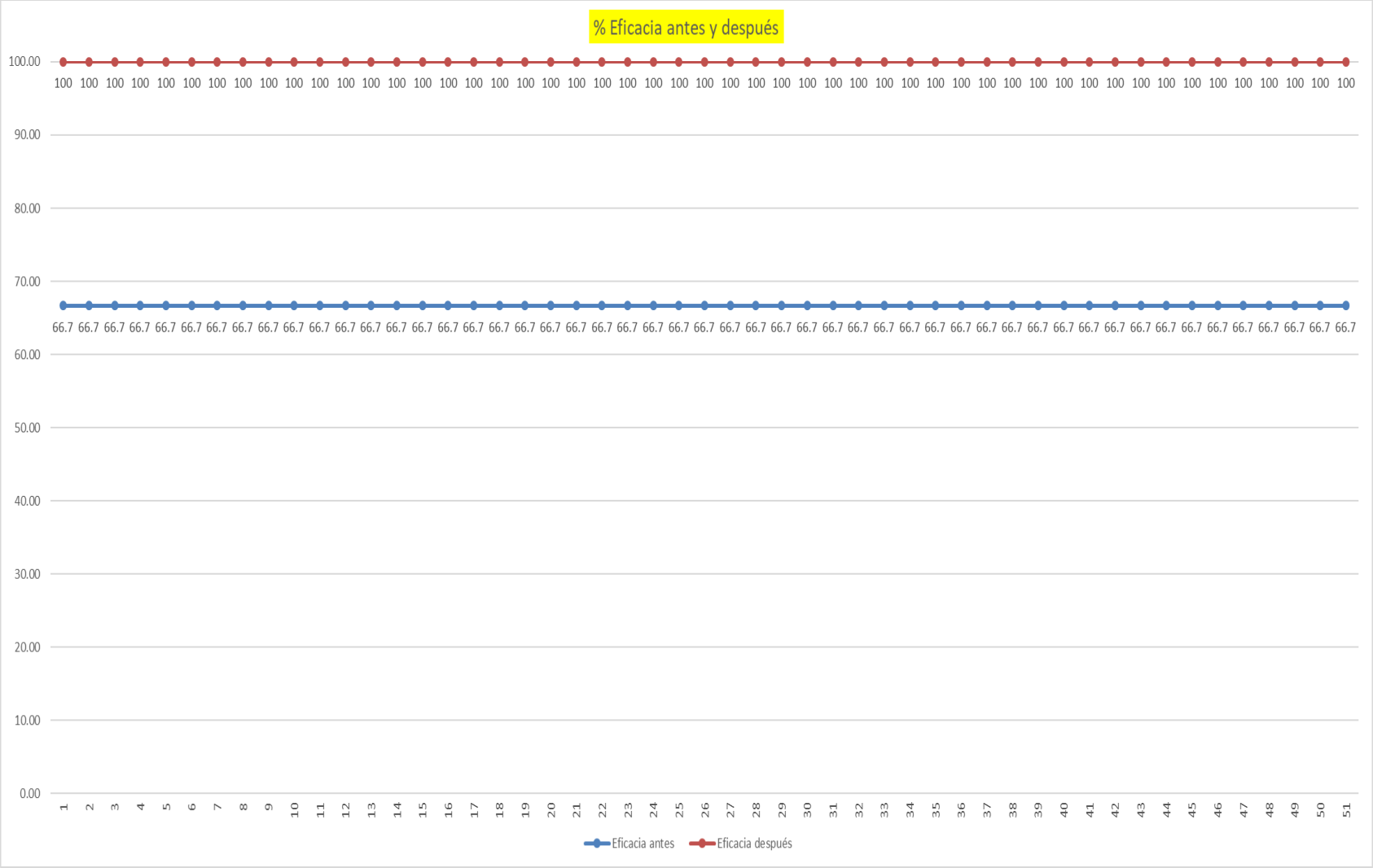
Tabla N° 118: Eficacia antes y después del segundo mes

Mes 2	Eficacia antes	Eficacia después
Día 1	66.67	100.00
Día 2	66.67	100.00
Día 3	66.67	100.00
Día 4	66.67	100.00
Día 5	66.67	100.00
Día 6	66.67	100.00
Día 7	66.67	100.00
Día 8	66.67	100.00
Día 9	66.67	100.00
Día 10	66.67	100.00
Día 11	66.67	100.00
Día 12	66.67	100.00
Día 13	66.67	100.00
Día 14	66.67	100.00
Día 15	66.67	100.00
Día 16	66.67	100.00
Día 17	66.67	100.00
Día 18	66.67	100.00
Día 19	66.67	100.00
Día 20	66.67	100.00
Día 21	66.67	100.00
Día 22	66.67	100.00
Día 23	66.67	100.00
Día 24	66.67	100.00
Día 25	66.67	100.00
Día 26	66.67	100.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede observar que la eficacia se ha incrementado de 66.7% a 100.0%.

Figura N° 79: Eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.- Variable Independiente: Mejora de Procesos

Dimensión: Estudio de Métodos

Indicador: Índice de actividades que agregan valor

Tabla N° 119: Resumen estudio de métodos

RESUMEN		
Actividad	Pre - Test	Post - Test
Operación	69	72
Combinada	6	6
Inspección	5	4
Transporte	13	9
Demora	8	0
Almacenamiento	0	0
Total	101	92
Tiempo	813.7	657.9
AAV	71	78
ANAV	30	14

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede observar que se ha reducido la cantidad de actividades en la línea de producción de pisos grating de 101 a 92, es decir se ha reducido en un 8.9%.

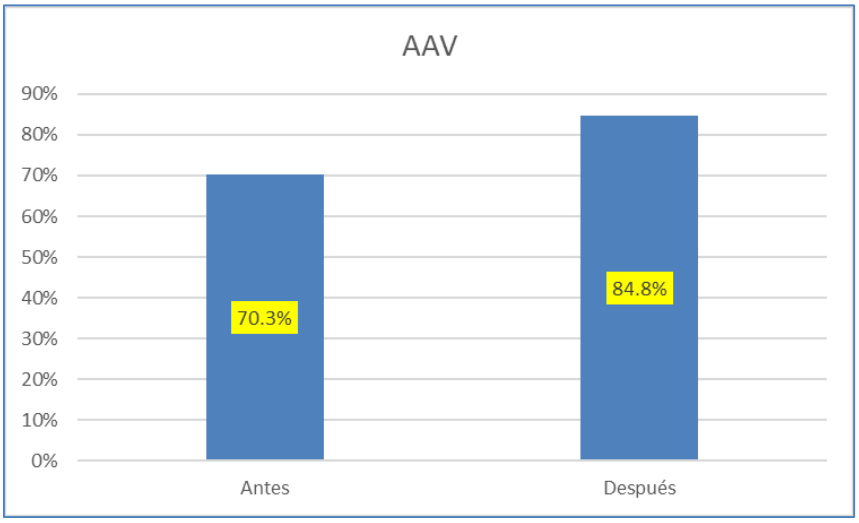
Tabla N° 119: Índice de actividades que agregan valor

Antes	$AAV = \frac{71}{101} \times 100\% = 70.3\%$
Después	$AAV = \frac{78}{92} \times 100\% = 84.8\%$

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se puede observar que el índice de actividades que agregan valor en la línea de producción de pisos grating se ha incrementado en un 20.62%.

Figura N° 80: Actividades que agregan valor antes y después

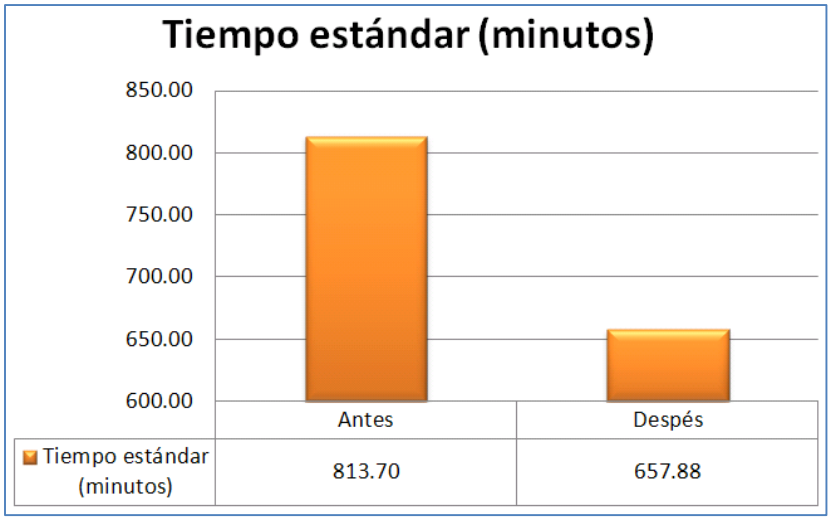


Fuente: Elaboración propia

Dimensión: Estudio de tiempos

Indicador: Tiempo Estándar

Figura N° 81: Tiempo estándar antes y después



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, se puede observar que el tiempo estándar para producir un piso grating se ha reducido de 813.7 minutos a 657.9 minutos, es decir, se ha reducido un 19.1 %

3.2.- Análisis Inferencial

Para realizar el análisis inferencial a la presente investigación, es necesario realizar una contrastación de las hipótesis mediante estadígrafos de comparación de medias, para demostrar la mejora en los procesos. Para conseguirlo, primero es necesario efectuar el análisis de normalidad de la muestra, teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla N° 120: Tipos de muestras

Tipo de muestra	Descripción	¿Qué prueba usar?
Muestra Grande	Aquellas cuya cantidad de datos son mayores a 30.	Kolmogorov Smirnov
Muestra Pequeña	Aquellas cuya cantidad de datos son menores o iguales a 30	Shapiro Wilk

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.- Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de poder contrastar la hipótesis general de la investigación, primero se debe determinar si los datos que corresponden a la serie de la productividad antes y después son normales. En vista de que las series de ambos datos son mayores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla N° 121: Pruebas de normalidad de la productividad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,094	51	,200*	,945	51	,020
Productividad después	,092	51	,200*	,947	51	,024

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρvalor ≤ 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si ρvalor > 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la productividad antes tiene un valor mayor a 0.05 y la productividad después tiene un valor mayor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda confirmado que tienen comportamientos no paramétricos.

Tabla N° 122: Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se quiere saber, si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastar la hipótesis general de la investigación.

Ho: La aplicación del estudio del trabajo no incrementa la productividad en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Regla de decisión:

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$Ha: \mu Pa < \mu Pd$$

Tabla N° 123: Resultados del análisis de Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Productividad antes	51	41,9225	1,08136	40,21	43,92
Productividad después	51	93,2202	,51355	92,34	93,99

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, queda demostrado que la media de la productividad antes (41.92) es menor que la media de la productividad después (93.22), por consiguiente, según la regla de decisión no se cumple que,

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

Es así que, se rechaza la hipótesis nula de la investigación, la cual expresa que el estudio del trabajo no incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating, y se acepta la hipótesis alterna de investigación, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Tabla 124: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon

	Productividad después - Productividad antes
Z	-6,215[b]
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρvalor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si ρvalor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por lo tanto, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

3.2.1.- Análisis de la primera hipótesis específica

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica del estudio, se debe determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia antes y después son normales. En vista de que las series de ambos datos son mayores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla N° 125: Pruebas de normalidad de la eficiencia

Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
,095	51	,200*	,945	51	,019
,092	51	,200*	,947	51	,024

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρvalor ≤ 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si ρvalor > 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la eficiencia antes tiene un valor mayor a 0.05 y la productividad después tiene un valor mayor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda confirmado que tienen comportamientos no paramétricos.

Tabla N° 126: Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se quiere saber, si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastar la primera hipótesis específica.

Ho: La aplicación del estudio del trabajo no incrementa la eficiencia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Tabla N° 127: Resultados del análisis de Wilcoxon de la eficiencia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia antes	51	62,8833	1,62186	60,32	65,89
Eficiencia después	51	93,2202	,51355	92,34	93,99

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$Ha: \mu Pa < \mu Pd$$

De la tabla anterior, queda demostrado que la media de la eficiencia antes (62.88) es menor que la media de la eficiencia después (93.22), por consiguiente, según la regla de decisión no se cumple que,

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

Es así que, se rechaza la primera hipótesis específica nula de que el estudio del trabajo no incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating, y se acepta la primera hipótesis específica, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el ρvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Tabla N° 128: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon de la eficiencia

	Eficiencia después - Eficiencia antes
Z	-4,372[b]
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:
Si ρvalor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula
Si ρvalor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por lo tanto, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficiencia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

3.2.1.- Análisis de la segunda hipótesis específica

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica del estudio, primero se debe determinar si los datos que corresponden a las series de la eficacia antes y después son normales. En vista de que las series de ambos datos son mayores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla N° 129: Pruebas de normalidad de la eficacia

a. Eficacia antes es constante. Se ha omitido.

b. Eficacia después es constante. Se ha omitido.

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρvalor ≤ 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si ρvalor > 0.05, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la eficacia antes tiene un valor de 0.00 y la productividad después tiene un valor de 0.00, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda confirmado que tienen comportamientos paramétricos.

Tabla N° 130: Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se quiere saber, si la eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastar la segunda hipótesis específica.

Ho: La aplicación del estudio del trabajo no incrementa la eficacia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Ha: La aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

Tabla N° 131: Resultados del análisis de Tstudent de la eficacia

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia antes	25	66,6700	,00000	66,67	66,67
Eficacia después	25	100,0000	,00000	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$Ha: \mu Pa < \mu Pd$$

De la tabla anterior, queda demostrado que la media de la eficacia antes (67.67) es menor que la media de la eficacia después (100.00), por consiguiente, según la regla de decisión no se cumple que,

$$Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$$

Es así que, se rechaza la segunda hipótesis específica nula de que el estudio del trabajo no incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating, y se acepta la segunda hipótesis específica alterna, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el ρvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Tstudent a ambas eficacias.

Tabla 132: Análisis de la significancia de los resultados de Tstudent de la eficacia

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia antes - Eficacia después	-19,33560	6,23360	1,24672	-21,90870	-16,76250	-15,509	24	,000

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρvalor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si ρvalor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

De la tabla anterior, se puede comprobar que la significancia de la prueba de Tstudent, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.000, por lo tanto, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la segunda hipótesis específica nula y se acepta la segunda hipótesis específica alterna, por la cual queda confirmado que la aplicación del estudio del trabajo incrementa la eficacia en la línea de fabricación de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel – Los olivos, 2018.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación, al aplicar el estudio del trabajo para incrementar la productividad en la línea de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, se consiguió cumplir los objetivos planteados mediante la reducción de tiempos y actividades que no agregaban valor, la implementación de las 5S, la mejora de la distribución de planta, y un manual de funciones; por consiguiente, resultó en un incremento de la eficiencia, eficacia, y por supuesto de la productividad. Debido a esto, se han podido observar mejoras en las operaciones involucradas en la línea de producción de pisos grating.

Con respecto a los resultados de la productividad, se observó que la media de la productividad antes tiene un valor de 41.92 y la media de la productividad después de 93.22, siendo equivalente a un 112% de incremento en la productividad. Esta mejora es respaldada por ALZATE, Natalia y SANCHEZ, Julián; quien en su tesis "Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación", propone un nuevo diagrama de actividades de proceso para luego estandarizar los tiempos de ciclo, logrando que la productividad de la línea de producción incremente en 5.2%, pues solo se mejoraron los cuellos de botellas y no todo el proceso de elaboración de calzado.

Asimismo, la eficiencia en la empresa, presentaba una media de la eficiencia Antes de 62.88y una media de la eficiencia después de 93.22, siendo esto un incremento de 48.3%, a consecuencia del estudio del trabajo. Este resultado es respaldado por LÓPEZ, Pablo; quien en su tesis Aplicación del estudio del trabajo para aumentar la productividad en el área de mantenimiento de extintores de la empresa Exanco, el investigador estandarizó los procesos mediante un estudio de tiempos y métodos de trabajo obteniendo como resultado un incremento del 16.8% de la eficiencia, logrando un rendimiento óptimo de los operarios.

Por último, el incremento en la eficacia en la empresa fue de un 50.00%, pues la media de la eficacia antes era de 83.33 y la media de la eficacia después fue de 100.31. Este logro obtenido es apoyado por GUILLEN, Jaime; quien en su tesis "Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de vulcanizado de la empresa J&B Señor de la misericordia, en base al desarrollo de implementación de un estudio de tiempos y métodos de trabajo logra incrementar su eficacia en 20.56%

V. CONCLUSIÓN

Se ha llegado a las siguientes conclusiones en el desarrollo del proyecto:

- Se concluye que la aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, ha sido un factor determinante para incrementar la productividad, ello se ve reflejado en un aumento del 112% (valor real obtenido de los datos tomados del pre-test y post-test), con ello se ha logrado alcanzar el objetivo principal, el cual era incrementar la productividad de la línea de producción mencionada.

- Se concluye que la aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, ha sido determinante para incrementar la eficiencia en 48.3% (valor real obtenido de los datos tomados del pre-test y post-test), a partir de un nuevo método de trabajo, reducción de actividades que no agregan valor y el compromiso de colaboradores. Es por ello se ha logrado reducir el tiempo estándar (tiempo calculado) de 813.7 minutos a 657.9 minutos (155.8 minutos).

- Se concluye que la aplicación del estudio del trabajo en la línea de producción de pisos grating de la empresa Mecánica Industrial Manuel, ha sido determinante para lograr un incremento de la eficiencia de 50% (valor real obtenido de los datos tomados del pre-test y post-test), en lo que respecta a las unidades planificadas (cálculo de capacidad), las cuales han tenido una mejora 1 unidad (lunes a sábado).

VI. RECOMENDACIONES

Después de finalizar la presente investigación y haber demostrado que mediante el estudio del trabajo se logra incrementar la productividad, se recomienda lo siguiente para la empresa y para las futuras investigaciones:

- Se recomienda hacer mediciones a otros procesos de la empresa para poder efectuar las mejoras necesarias. El estudio del trabajo se puede realizar en toda la organización debido a que es un proyecto de bajo costo y nada complejo. Se recomienda seguir con el levantamiento de data posterior a la implementación y cierre del proyecto.

- Respecto al estudio de métodos y tiempos se recomienda realizar de forma detallada para identificar correctamente las oportunidades de mejora, así como también se debe calcular constantemente el tiempo estándar para poder identificar las variaciones, esto es recomendable en toda empresa que realice la técnica del estudio de tiempos.

- Por otro lado, es recomendable seguir con el estudio del trabajo en las otras líneas de productos para incrementar aún más la productividad de la empresa, reducir costos y obtener mayores utilidades.

- Se recomienda continuar con las capacitaciones para medir la ejecución de las mejoras propuestas y los resultados obtenidos, de esta manera se puede involucrar al personal en el incremento de la productividad.

- Finalmente se recomienda, analizar diversos factores como: métodos de trabajo, mantenimiento de maquinaria, orden y limpieza, etc. dichos factores influyen en la productividad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZATE Guzmán, Natalia y SANCHEZ Casataño, Julián. Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Tesis (Título de ingeniero industrial). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2013.

BENCICH Crisóstomo, Gianina. La mejora de la productividad a través de la aplicación del estudio del trabajo en el proceso productivo de los polos de fibra de vidrio en Resead S.A.C. Puente Piedra – 2015. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2015.

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación 3° Edición. Colombia Pearson Educación, 2010. ISBN 978-958-699-128-5

CALLE Chaca, Cristhian. Estudio de métodos en el área de producción y propuesta fundamentada de mejora en la empresa Mundiplast. Cía. Ltda. Tesis (Título de ingeniero industrial). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2010.

CRUELLES, J. Ingeniería industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Barcelona: Alfa omega Grupo editor. 2013.

GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo – Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2da. Ed. Puebla: Mc Graw-Hill, 2009. 459 p. ISBN: 970-10-4657-9.

GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo. 2da. Ed. Puebla: M.C. Graw-Hill, 2005. 131 p. ISBN: 970-10-4657-9.

GUTIERREZ, Humberto. Calidad y productividad. 4° Edición. México: M.C. Graw Hill. 2014. ISBN 978-607-15-1148-5

GUTIÉRREZ, H. Y DE LA VARA, R. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. México D.F., 2013.

GUILLEN Cabrera, Jaime. Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de vulcanizado de la empresa J&B Señor de la misericordia S.A.C. Callao, 2016. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.

HERNANDEZ, Roberto., FERNANDEZ, Carlos. y BAPTISTA, María del pilar. Metodología de la investigación, 5ta Ed. México: MC Graw-Hill, 2006.

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4ª, ed. México: Limusa, 2010: 23 p. ISBN: 978-968-18-5628-1.

LÓPEZ Vásquez, Pablo. Aplicación del estudio del trabajo para aumentar la productividad en el área de mantenimiento de extintores de la empresa Exanco S.A.C. Lurín – 2016. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.

MARTINEZ Molina, William. Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa Cinsa Yumbo. Tesis (Título de ingeniero industrial). Cali: Universidad autónoma de occidente, 2013.

MOORI, G. (2016). http://ariellinarte.udem.edu.ni/. Obtenido de http://ariellinarte.udem.edu.ni/wp-content/uploads/2016/01/estudio-de-Medicion-de-tiempo.pdf.

NIEBEL, B. y FREIVALDS, Andrés. Ingeniería industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13° edición. México: MC Graw Hill, 2014. ISBN: 978-970-10-6962-2.

RIVERA, Erick. Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá. Tesis (Título de ingeniero industrial). Quetzaltenango: Universidad Rafael Landívar, 2016.

ROJAS Hurtado, Adderly. Ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en los equipos de movimiento de minerales en la empresa Impala Terminals Perú S.A.C. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.

SÁNCHEZ Vilela, Marco. Aplicación del estudio de métodos y tiempos en el área de corte para la mejora de la productividad en la empresa H. Ruiz hnos. La Victoria, 2016. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.

VALDERRAMA; Santiago. Pasos para elaborar un proyecto de tesis. Perú, 2014. ISBN: 978-612-30-2878-7

YUQUI Casco, José. Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías Megabuss. Tesis (Título de ingeniero industrial). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.

Anexos

Anexo 1: Turnitin

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE Aplicación del Estudio de Trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE Estudio del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Estudio de tiempos							
	FORMULA $Te = \text{Tp} \, x \, Fv \, x \, (1 + S)$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Medición de métodos							
	FORMULA $Vact. = \frac{\text{Qact.i} - \text{Qact.f}}{\text{Qact.i}} x100$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Eficiencia							
	FORMULA $Ef \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} x100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Eficacia							
	FORMULA $E \frac{\text{Prod. producida}}{\text{Prod. programada}} x100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):_____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [✓]** **Aplicable después de corregir [ ]** **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: FREDDY A. RAMOS HARADA **DNI:** 07923251

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

15 de 06 del 2018

Firma del Experto Informante.

[1]**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
[2]**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
[3]**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE Aplicación del Estudio de Trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE Estudio del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Estudio de tiempos							
	FORMULA $Te = \text{Tp} \, x \, Fv \, x \, (1 + S)$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Medición de métodos							
	FORMULA $Vact. = \frac{\text{Qact.i} - \text{Qact.f}}{\text{Qact.i}} x100$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Eficiencia							
	FORMULA $Ef \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} x100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Eficacia							
	FORMULA $E \frac{\text{Prod. producida}}{\text{Prod. programada}} x100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [✓]** **Aplicable después de corregir [ ]** **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Mg. Zeña Ramos José **DNI:** 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

15 de 06 del 2018

[1]**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
[2]**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
[3]**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE Aplicación del Estudio de Trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE Estudio del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Estudio de tiempos							
	FORMULA $Te = \text{Tp} \, x \, Fv \, x \, (1 + S)$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Medición de métodos							
	FORMULA $Vact. = \frac{\text{Qact.i} - \text{Qact.f}}{\text{Qact.i}} x100$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1 Eficiencia							
	FORMULA $Ef \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} x100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 Eficacia							
	FORMULA $E \frac{\text{Prod. producida}}{\text{Prod. programada}} x100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir [ ]** **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: SAAVEDRA FARFAN MARTIN **DNI:** 02649487

Especialidad del validador: Ing. Industrial - MBA

15 de 06 del 2018

[1]**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
[2]**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
[3]**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 3: Formato para la medición de métodos

Formato de medición de métodos

I. Información General

Línea — Pisos grating
Variable dependiente — Estudio del trabajo
Dimensión — Medición de métodos

II. Datos y resultados

Descripción		Oper.	Trans.	Insp.	Demo.	Comb.	Alm.	Tiempo	Dist.
Act.	Descripción	○	⇨	□	D	⬡	▽	Min.	Metros
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
Total									

Responsable _____

Mecánica Industrial Manuel

Anexo 4: Formato para estudio de tiempos

Formato para estudio de tiempos

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Toma 11	Toma 12	Toma 13	Toma 14	Toma 15
1																
2																
3																
4																
ciclo en minutos																
ciclo en horas																

Operación		Tiempos observados en minutos														
		Toma 16	Toma 17	Toma 18	Toma 19	Toma 20	Toma 21	Toma 22	Toma 23	Toma 24	Toma 25	Toma 26	Toma 27	Toma 28	Toma 29	Toma 30
1																
2																
3																
4																
Ciclo en minutos																
Ciclo en horas																

Anexo 5: Formato de Cálculo del Número de Muestras

I. Información General

Línea Pisos grating

Variable dependiente Estudio del trabajo

Elaborado Charles Vargas

Operación		$\sum x$	$\sum x$^2	$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2$
1				
2				
3				
4				

I. Información General

Línea Pisos grating

Variable dependiente Estudio del trabajo

Elaborado Charles Vargas

Operación		1	2	3	4	5	Promedio
1	Habilitado						
2	Prensado						
3	Soldado						
4	Pintado						

Anexo 6: Formato para el cálculo del tiempo estándar

Formato para estudio de tiempos

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Estudio del trabajo
Dimensión	Estudio de tiempos

II. Datos y resultados

Operación		Promedio del tiempo observado	Westinghouse				Factor de Valoración	Tiempo Normal	Suplementos		Total suplementos	Tiempo Estándar min.	Tiempo Estándar horas
			H	E	CD	CS			NP	NF			
1													
2													
3													
4													
Total													

Anexo 7: Formato para eficacia

Formato para indicador de Eficacia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficacia
Frecuencia	Diario

Formula: (cantidad producida / Cantidad programada) x 100%

II. Datos y resultados

Fecha	Cant. producida (Unid.)	Cant. Programada (Unid.)	% eficacia

Anexo 8: Formato para medir la eficiencia

Formato para indicador de Eficiencia

I. Información General

Línea	Pisos grating
Variable dependiente	Productividad
Dimensión	Eficiencia
Frecuencia	Diario

Formula: (Tiempo útil / Tiempo total) x 100

II. Datos y resultados

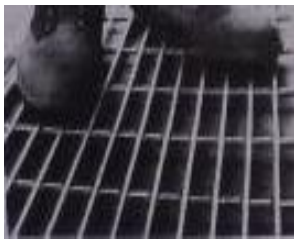
Semana	Fecha	Tiempo útil	Tiempo total	% eficiencia
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
			Promedio	

Responsable _____

Mecánica Industrial Manuel

Anexo 9: Formato de auditoría 5S

Formato de recolección de datos



Auditor:	
Área auditada:	Fecha

	Pregunta Clave	Calif.
Fase: Clasificar	¿Las herramientas de trabajo están en buen estado para su uso?	
	¿Existen objetos sin uso en las maquinas herramientas?	
	¿Los pasillos están libres de obstáculos?	
	¿Las herramientas de trabajo están libres de objetos?	
Fase: Ordenar	¿Las áreas están debidamente identificadas?	
	¿Están delimitadas los equipos de trabajo y maquinaria?	
	¿Están identificados los equipos y maquinarias con etiquetas visibles?	
	¿Las herramientas están debidamente organizadas?	
Fase: Limpiar	¿El lugar de trabajo está limpio?	
	¿Las herramientas de trabajo se encuentran limpias?	
	¿El piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas?	
	¿Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida?	
Fase: Estandarizar	¿El personal conoce de procedimientos de trabajo?	
	¿Mantiene los códigos de las herramientas actualizados?	
	¿los letreros se encuentran estandarizados?	
	¿Se realizan capacitaciones?	
Fase: Disciplinar	¿Se sigue el cronograma propuesto?	
	¿Se ejecuta con responsabilidad la limpieza?	
	¿Recibe las capacitaciones programadas?	
	¿Los cuatro primeros pasos de las 5s son un habito en su área de trabajo?	

Anexo 10: Formato para el registro de las tarjetas rojas

Control de tarjetas rojas							
			Empresa: Mecánica Industrial Manuel		Línea de producción: Pisos grating		
			Elaborado por: Charles Vargas				
# Elem.	Fecha	Descripción	Categoria	Razón	Fecha de decisión	Destino final	Responsable
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Anexo 11: Formato para el registro de elementos necesarios

Formato de recolección de datos

# Elem.	Descripción	Cant.	Ubicación	Tipo	Frecuencia	Ubicación
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

Mecánica Industrial Manuel

Anexo 12: Formato de asignación de la limpieza

Formato de recolección de datos

Línea	
Responsable	
Fecha	

Operación	Turno por día					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Habilitado						
Prensado						
Soldado						
Pintado						

Anexo 13: Matriz de coherencia

Problema	Hipótesis	Objetivo
General		
¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?	La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.	Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.
Problema	Hipótesis	Objetivo
Específicos		
¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?	La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.	Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficiencia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.
¿Cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel?	La aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.	Determinar cómo la aplicación del Estudio de trabajo incrementa la eficacia en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel.

Anexo 14: Manual de las 5S

MECÁNICA INDUSTRIAL MANUEL	MANUAL DE APLICACIÓN DE LAS 5S PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS GRATING	VERSIÓN	01	ELABORADO	CHARLES VARGAS TIMOTEO
		AÑO	2018	APROBADO	MANUEL MOSTACERO MUÑOZ

MANUAL

DE LAS 5S

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR
CHARLES VARGAS	JOSÉ MIRANDA	JUAN MOSTACERO

INTRODUCCIÓN

Las 5S son conocidas por ser un programa que nació en Japón y que consta de cinco pasos o atapas, este programa permite el mejoramiento continuo de la productividad de las empresas; en él se incluyen conceptos, de orden, limpieza, mantenimiento, disciplina, de esta forma las empresas elevan su nivel de desempeño, así como su eficiencia y eficacia al desarrollar sus procesos.

Un pilar importante para lograr que la aplicación de las 5S sea exitosa en una empresa ya sea de manufactura o de servicios, es el compromiso y la participación eficaz de todas las áreas, tomando en cuenta que la aplicación se aprende cuando ya está en marcha y se adopta como un hábito de trabajo después de dicha aplicación. Es así, que este programa fortalece los lazos de la sinergia y el trabajo en equipo de los colaboradores, busca el cambio de los típicos estereotipos a través de sensibilización y capacitación constante.

Entre los resultados obtenidos después de una exitosa aplicación delas 5S, tenemos: la liberación de espacios y el mejor aprovechamiento de estos, la reducción de tiempos muertos y la eliminación de actos inseguros.

Otro de los beneficios de la aplicación de las 5S en una empresa, sin duda es que el personal involucrado desarrollara su creatividad al involucrarse maneras más fáciles de desarrollar sus funciones para ellos, porque son los que mejor conocen las necesidades en los diferentes puestos de trabajo. Esto les hará sentirse orgullosos de haber podido aportar en los cambios adoptados y estarán motivados.

Como toda herramienta del mejoramiento continuo se debe tener cuidado con el conformismo, es decir, una vez de aplicarse las 5S, se deben seguir cumpliendo todas, no pueden detenerse la aplicación de ninguna, pues, se correría el riesgo de que se pierda el funcionamiento de toda la aplicación. La mejor forma de asegurarse de esto es que se pueden dar auditorías constantes y así asegurarse que se vuelvan una "una forma de vida" en la empresa.

PARA RECORDAR:

- Los poderosos y arriesgados PRODUCEN EL CAMBIO.
- Los previsores y campeones ANTICIPAN EL CAMBIO.
- Los inteligentes y ejecutivos APROVECHAN EL CAMBIO.
- Los incompetentes SON ABSORBIDOS POR EL CAMBIO.

AL QUE NO CAMBIA LO CAMBIAN

5S ➡ **Participación** ➡ **Productividad**

Metas de las 5S:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de los desperdicios y elementos innecesarios producidos por el desorden, falta de limpieza, entre otros.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuestas y costos por la intervención del personal en el cuidado de su sitio de trabajo.
- Facilitar la capacitación y crear las condiciones adecuadas para aumentar la vida útil de los equipos y maquinarias, gracias a la inspección oportuna y continua por parte de la persona que opera la maquinaria o equipo (mantenimiento autónomo).

¿QUÉ ES LA ESTRATEGIA DE LAS 5S?

OBJETIVO

Establecer el programa 5S en la empresa Mecánica Industrial Manuel para fomentar el orden, limpieza y mejora continua.

ALCANCE

Aplicable a todas las áreas de la empresa Mecánica Industrial Manuel

DEFINICIONES

La metodología 5S toma su nombre de cinco palabras japonesas que principian con S: SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU y SHITSUKE.

a) Seiri: Seleccionar, identificar lo necesario y lo innecesario, seleccionando lo primero y eliminando lo segundo.

b) Seiton: Ordenar, definir un lugar para cada artículo necesario, manteniendo en su lugar para facilitar su localización.

c) Seiso: Limpiar, mantener aseada y en óptimas condiciones el área de trabajo.

d) Seiketsu: Estandarizar, definir procedimientos y reglamentos de cada área, para, mantener lo logrado de las 3 primeras S y elevar el nivel de aplicación.

e) Shitsuke: Disciplina, dar cumplimiento a los procedimientos establecidos, desarrollando hábitos positivos y manteniendo la disciplina.

DOCUMENTOS APLICABLES

a) Check list de tarjetas rojas
b) Check list de ubicación de elementos frecuentes.
c) Programa de asignación de limpieza.

REGISTROS APLICABLES

- Check list
- Formato de auditoria de 5S.
- Formato para registro de observaciones.
- Acta de reuniones.

RESPONSABILIDADES

- Continuar aprendiendo sobre la implantación de las 5S.
- Aportar ideas y propuestas de mejora.
- Asumir con responsabilidad la implantación de las 5S.
- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Solicitar los recursos que se necesitan para implantar las 5S.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua.

Antes de aplicar las 5" S" en el área se recomienda:

- Tomar fotografías para evidenciar su estado inicial
- Comprensión del gerente de 5S y sus beneficios.
- Compromisito del gerente con la implementación.
- Organización de comités de trabajo para las 5S.
- Nombramiento de facilitadores de 5S.
- Capacitación de los Facilitadores y practicantes.

FORMACION DE LOS EQUIPOS DE MEJORA DE 5S

Los equipos son formulados a través de las primeras reuniones de 5s del año se designará de común acuerdo un líder para cada equipo definido, según formación de los equipos de 5S. En caso de que haya un cambio interno de colaborador a otra área este continuará participando del equipo inicial.

DESARROLLO

Para aplicar la herramienta 5S y arreglar las áreas de trabajo se deben seguir las siguientes cinco etapas:

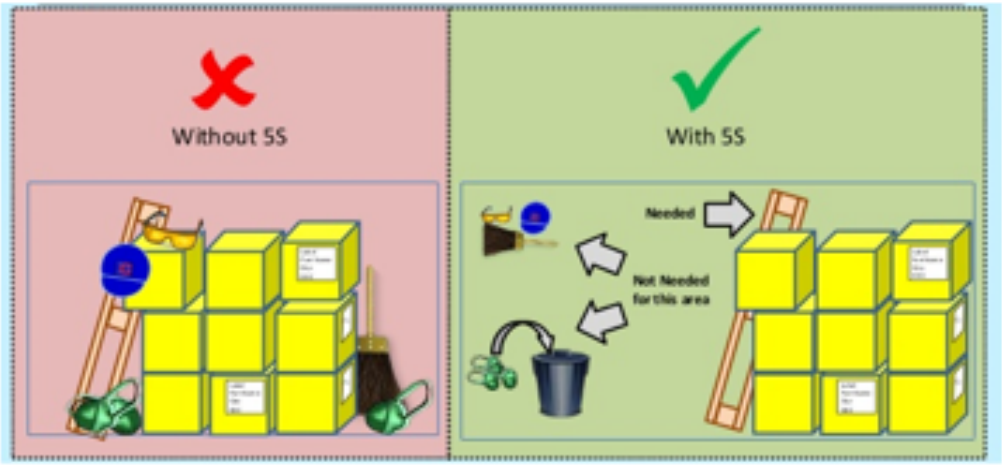
¿COMO IMPLEMENTAR SEIRI?

Identificar elementos innecesarios

Para la implementación se Seiri, primero se debe realizar la identificación de los elementos innecesarios. En esta etapa, se pueden emplear:

Lista de elementos innecesarios

La lista de elementos innecesarios se debe diseñar y enseñar durante la preparación; permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada posible causa y acción sugerida para su eliminación.



Tarjetas de color

Este tipo de tarjetas permiten marcar que en el puesto de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. En Japón generalmente, se emplea la tarjeta roja para mostrar o destacar el problema identificado.

Las preguntas habituales que se deben hacer para identificar si existe un elemento innecesario son las siguientes:

- ¿Es necesario este elemento
- ¿Si es necesario, es necesario en esta cantidad?
- ¿Si es necesario, tiene que estar localizado aquí?

Una vez marcados los elementos se procede a registrar cada tarjeta roja utilizada en la lista de elementos innecesarios. Esta lista permite posteriormente realizar un seguimiento sobre todos los elementos identificados para decidir qué hacer con los elementos identificados.

Características de las tarjetas rojas

Estas tarjetas contienen la siguiente información:

- Nombre del elemento innecesario.
- Cantidad.
- Porque creemos que es innecesario.
- Área de precedencia del elemento innecesario.
- Posibles causas de su permanencia en el sitio.
- Plan de acción sugerido para su eliminación.

Ejemplo de tarjeta roja

Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Categoría	
Accesorio	
Herramienta	
Equipo de oficina	
Instrumento de medición	
Materia prima	
Producto terminado	
Producto en proceso	
otros	
Razón	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
Uso desconocido	
Otros	
Responsable:	
Fecha de decisión:	
Destino final:	

<u>Control e informe final</u>

Es necesario preparar un informe donde se registre y se informe el avance de las acciones planificadas. No se debe iniciar la segunda S sin haber realizado previamente una selección rigurosa de lo estrictamente necesario.

SEGUNDA S: ORDENAR

¿COMO IMPLANTAR SEITON?

El principio básico de la implementación de Seiton es: Asignar un lugar para cada cosa y mantener cada cosa en su lugar. Requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Los métodos más utilizados son:

Marcación de la ubicación

Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada trabajador sepa dónde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- Indicadores de ubicación.
- Indicadores de cantidad.
- Letreros y tarjetas.
- Nombre de las áreas de trabajo.
- Localización de stocks.
- Lugar de almacenamiento de equipos
- Procedimientos estándares

Marcación

Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, nivel de un fluido en un depósito, etc. La marcación se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, seguridad y ubicación de materiales.

a) Frecuencia de uso:

- Cada hora
- Varias veces al día
- Varias veces por semana
- Algunas veces al mes
- Algunas veces al año

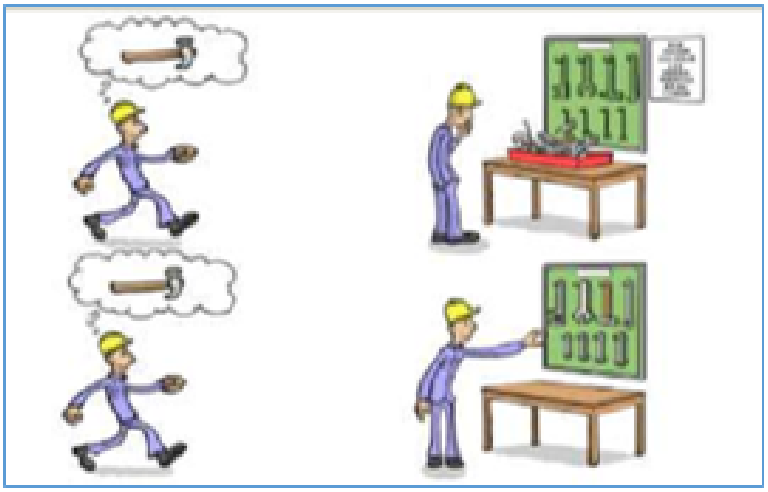
b) Secuencia de uso. Para evitar errores dentro de una secuencia de operaciones, los elementos deben colocarse cerca de donde se realizan las actividades.

c) Comodidad para tomar, usar y retomar los artículos. Es necesario también tomar en cuenta:

d) Facilidad de movimiento y trasportación de materiales. Determinar lugares adecuados para el movimiento de materiales y su trasportación de menor a mayor dificultad de movimiento:

CONCLUSIÓN

El Seiton es una estrategia que agudiza el sentido de orden a través de la marcación y utilización de ayudas visuales. Estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarros de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes del personal.



TERCERA S: LIMPIAR

¿COMO IMPLANTAR SEISO?

Para implementar Seiso se debe apoyar en una fuente programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Planificar el mantenimiento de la limpieza

Asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona de cada trabajador.

Preparar elementos para la limpieza

El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

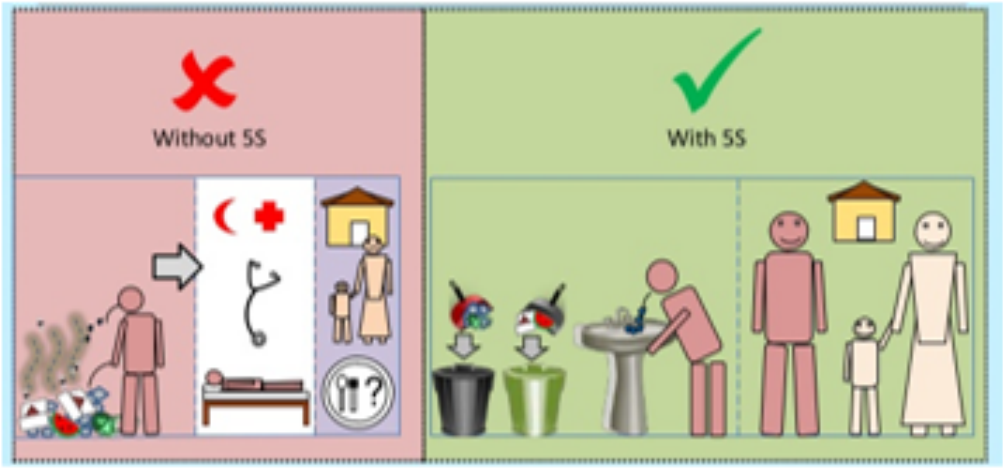
Implantación de la limpieza

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras, materias extrañas de todas las superficies.

Elaborar Check List de Programa de Limpieza (listas de verificación) para realizar rápidamente las inspecciones de las limpiezas y detectar anormalidades.

- Practique Seiso de 5 a 10 minutos diarios.

- Asigne un propietario a cada máquina.
- Combine la limpieza con la inspección.



CUARTA S: ESTANDARIZAR

¿COMO IMPLEMENTAR SEIKETSU?

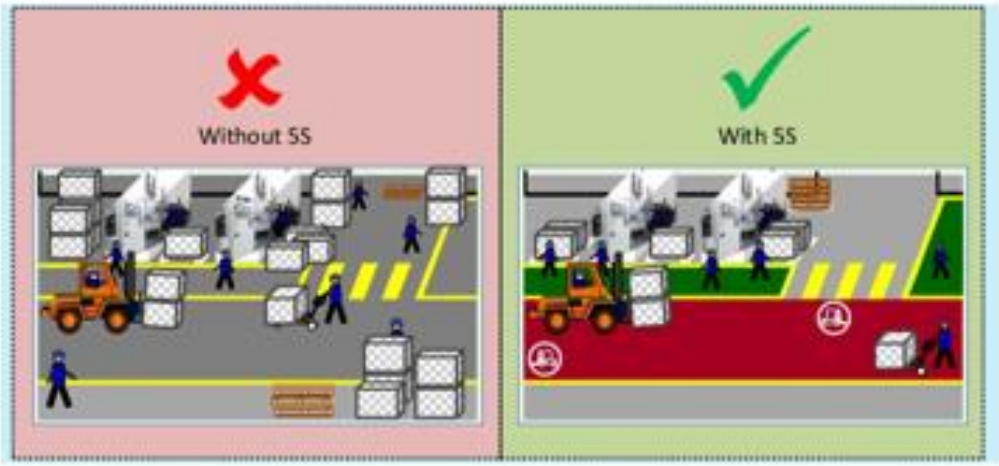
Para implementar Seiketsu, básicamente se debe conservar lo que se ha logrado hasta el momento aplicando estándares la práctica de las 3 primeras S.

<u>Asignar trabajos y responsabilidades</u>

Para mantener las condiciones de las 3 primeras S, cada uno del personal de la empresa debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos de la rutina: el estándar de la limpieza de mantenimiento autónomo.



QUINTA S: DISCIPLINAR

¿COMO IMPLEMENTAR SHITSUKE?

La etapa de la disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la selección, orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Shitsuke implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio del trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
-

Formación

Es necesario educar e introducir mediante el entrenamiento de "aprender haciendo" cada una de las S. No se trata solo de construir "carteles" con frases, eslóganes como medio para sensibilizar al trabajador. Si no de adquirir el hábito de su práctica y mejoramiento continuo en el trabajo diario.

Anexo 15: Procedimiento de trabajo

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO PARA LA FABRICACIÓN DE PISOS GRATING

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
CHARLES VARGAS TIMOTEO	JÓSE MIRANDA	JUAN MOSTACERO MUÑOZ

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la ejecución de las actividades que comprendan la fabricación de un piso grating, desde el habilitado hasta el almacenamiento.

2. ALCANCE

El alcance del presente procedimiento es para la línea de producción de pisos grating, en las diferentes zonas de trabajo donde se realizan las operaciones. Así como también los documentos que son consultados son:

- Plano de fabricación
- Orden de fabricación

3. CONTENIDO:

Del perdonal

- Todos los empleados deben recibir la charla sobre el procedimiento de trabajo
- El personal debe contar con el epp necesario para la ejecución de sus labores diarias

4. RESPONSABILIDAD

Del supervisor:

- Solicitar oportunamente la orden de fabricación y el plano para la ejecución de los trabajos diarios.

Del operario de producción

- Verificar que el producto cumpla con las especificaciones técnicas que solicita el cliente.

5. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

A continuación se detallan las actividades necesarias para la elaboración de un piso grating

- Ir a la oficina de producción
- Coger lapicero
- Anotar el requerimiento
- Entregar solicitud
- Recibir OF, plano y requerimiento
- Verificación de OF, plano y requerimiento
- Ir a la zona de habilitado
- Archivar el requerimiento de materiales
- Colocarse EPP
- Ir al andamio de materiales
- Cargar el tecle
- Llevar el material
- Recepcionar la OF y plano
- Verificar el plano
- Ir al stand de postizos y matrices
- Selección de matriz de corte
- Verificar la matriz de corte
- Llevar la matriz hacia la prensa
- Seleccionar herramientas
- Colocar las paralelas
- Coger toma
- Enroscar el perno
- Ajustar la toma
- Colocar la matriz sobre las paralelas

- Centrar la matriz
- Bajar la volante de la prensa
- Regular altura
- Colocar bloque superior
- Ajustar el bloque superior
- Coger los sujetadores
- Colocar los sujetadores en la prensa
- Nivelar la altura de los sujetadores
- Ajustar los sujetadores
- Subir la volante de la prensa
- Seleccionar tope
- Encender la máquina soldar
- Colocar el tope externo
- Soldar el tope
- Apagar la máquina de soldar
- Prensado de platinas
- Coger la amoladora
- Conectar la amoladora
- Retirar el tope
- Desconectar la amoladora
- Encender la máquina soldar
- Colocar el tope para la varilla
- Soldar el tope para la varilla
- Apagar la máquina de soldar
- Prensado de varillas
- Conectar la amoladora
- Retirar el tope
- Desconectar la amoladora
- Desprogramar la matriz

- Llevar matriz al stand
- Cargar el tecle
- Trasladar el mat. hacia el soldado
- Recepcionar la OF y plano
- Verificar el plano
- Soldar la mitad del marco
- Coger los dispositivos de separación
- Colocar las platinas en los dispositivos
- Apuntalar los dispositivos
- Colocar las varillas en los canales
- Apuntalar la estructura
- Soldar la otra mitad del marco
- Coger la amoladora
- Cambiar disco de la amoladora
- Conectar la amoladora
- Retirar el dispositivo
- Desconectar la amoladora
- Voltear el piso para asegurar
- Soldar la estructura
- Cargar el tecle
- Trasladar el piso hacia el pintado
- Recepcionar la OF y plano
- Coger la pintura
- Colocar la pintura en un recipiente
- Coger el thinner
- Colocar el thinner en el mismo recipiente
- Coger varilla
- Mover hasta diluir
- Coger la pistola de pintar

- Abrir la pistola de pintar
- Colocar la pintura en el depósito de la pistola
- Cerrar la pistola de pintar
- Encender la compresora
- Pintado de una cara
- Voltear el piso para pintar
- Pintado de la segunda cara
- Apagar la compresora
- Cargar el tecle
- Traslado a la zona de despacho

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

Yo, MARGARITA EGUSQUIZA RODRIGUEZ, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS GRATING EN LA EMPRESA MECÁNICA INDUSTRIAL MANUEL, LOS OLIVOS, 2018". Del estudiante Vargas Timoteo, Charles Alfredo; tiene un índice de similitud de 30% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 10 de mayo del 2019

Magister Margarita Egusquiza Rodríguez

DNI: 08474378

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS GRATING EN LA EMPRESA MECÁNICA INDUSTRIAL MANUEL, LOS OLIVOS, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
VARGAS TIMOTEO, CHARLES ALFREDO
ASESOR:
MGTR. TOUSQUIZA RODRÍGUEZ, MARGARITA JESÚS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA - PERÚ
2018

DNI: 08474374

Resumen de coincidencias

30 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida...	17 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	8 %
3	dspace.unach.edu.ec	2 %
4	docslide.us	<1 %
5	www.cadex.org	<1 %
6	www.gridautomation.si...	<1 %
7	bibliodigital.tec.ac.cr	<1 %
8	red.uao.edu.co	<1 %
9	www.docstoc.com	<1 %

Página: 1 de 222 Número de palabras: 44091

Text-only Report High Resolution Activado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. **DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
Vargas Timoteo, Charles Alfredo
D.N.I. : 46505020
Domicilio : Psje. Los Cedros #104, Comas
Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 977155897
E-mail : charles20vt@gmail.com

2. **IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**

Modalidad:
☐ Tesis de Pregrado
Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Industrial
Carrera : Ingeniería Industrial
Título : Ingeniero Industrial

☐ Tesis de Post Grado
☐ Maestría ☐ Doctorado
Grado : .....
Mención : .....

3. **DATOS DE LA TESIS**

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Vargas Timoteo, Charles Alfredo

Título de la tesis:
Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018

Año de publicación : 2018

4. **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:**

A través del presente documento,
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. ☒
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. ☐

Firma : ..... Fecha : 09/05/2019

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela de Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Charles Alfredo Vargas Timoteo

INFORME TÍTULADO:

Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea de producción de pisos grating en la empresa Mecánica Industrial Manuel, Los Olivos, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 18/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 13

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
UCV
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
LIMA

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN